



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

## **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

**Edgar de Jesús Gálvez Sandoval**

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE  
COMBUSTIÓN INTERNA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDGAR DE JESÚS GÁLVEZ SANDOVAL**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Héctor Alexander Juárez Reyes
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha mayo de 2011.



**Edgar de Jesús Gálvez Sandoval**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

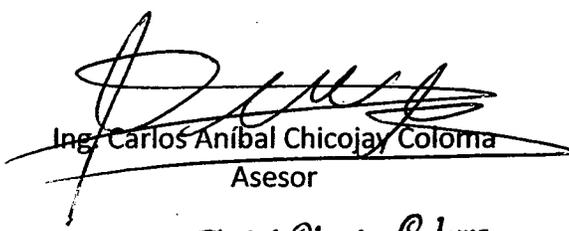
Guatemala 26 de octubre de 2012

Ing. Julio César Campos Paíz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Campos:

Por medio de la presente informo a usted que como asesor he revisado el trabajo de graduación titulado: **Diseño de un banco de pruebas para motores de combustión interna**, del estudiante Edgar de Jesús Gálvez Sandoval, carnet No. 199311286.

En tal virtud lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite respectivo.

  
Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma  
Asesor

*Carlos Anibal Chicojay Coloma*  
INGENIERO MECANICO  
Colegiado No. 2309

cc. Archivo

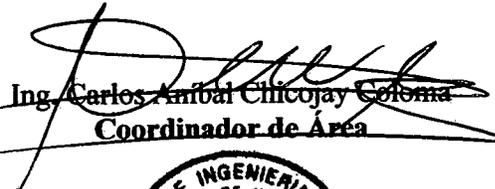
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Coordinador de Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado, **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**, del estudiante **Edgar de Jesús Gálvez Sandoval**, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Carlos Amal Chicojay Coloma  
Coordinador de Área

Guatemala, octubre de 2012.

behdei.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Área de Laboratorios al Trabajo de Graduación titulado, **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA** del estudiante Edgar de Jesús Gálvez Sandoval, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**

Guatemala, marzo de 2013

JCCP/beldei



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 216 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar de Jesús Gálvez Sandoval**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 19 de marzo de 2013



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Con mucho amor y admiración por el esfuerzo que realizaron día a día desde mi nacimiento, por el ejemplo y buenos consejos que me han servido para ser una persona de bien.

### **Mis hermanos**

Como muestra sincera del gran cariño fraternal que existe entre nosotros.

### **Mi familia**

Por sus consejos, apoyo incondicional, y por el gran cariño que me brindo´.

### **Mis amigos**

Con mucho cariño y aprecio a todos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por haberme dado la vida, sabiduría y las capacidades para permitirme alcanzar este anhelado triunfo.
<b>Mis padres</b>	Por darme la oportunidad de ser un profesional, por creer en mí y por darme la mejor formación para enfrentar la vida.
<b>Mis hermanos</b>	Por el apoyo moral que me han brindado incondicionalmente y por ser parte activa de este sueño.
<b>Mi familia</b>	A mis abuelos, tíos y tías, primos y primas. Con todo cariño y aprecio.
<b>Asesor</b>	Por brindarme su asesoría y apoyo incondicional. Y especialmente por mostrarme sin egoísmo el camino hasta llegar aquí.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por darme las herramientas necesarias y permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Definición del proyecto.....	3
1.2. Importancia del proyecto.....	5
2. COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS.....	9
2.1. Cimentación.....	11
2.1.1. Aislamiento de vibraciones.....	14
2.2. Bancada.....	16
2.2.1. Soportes del motor.....	18
2.2.2. Montaje del motor.....	19
2.2.3. Frenos dinamométricos.....	19
2.3. Transmisión.....	22
2.3.1. Dimensiones.....	23
2.4. Materiales.....	24
2.5. Instrumentación.....	26
2.5.1. Sensores.....	27
2.5.2. Transmisores.....	30
2.5.3. Indicadores.....	31

3.	SISTEMAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA .....	33
3.1.	Sistema eléctrico .....	33
3.1.1.	Motor de arranque .....	34
3.1.2.	Sistema de ignición componentes .....	35
3.1.3.	Batería.....	37
3.1.4.	Generador eléctrico .....	38
3.1.5.	Alternador .....	40
3.1.6.	Indicadores .....	41
3.1.6.1.	Indicador de voltaje.....	41
3.1.6.2.	Indicador de amperaje .....	41
3.1.7.	Parámetros .....	42
3.1.8.	Ajustes de los parámetros .....	43
3.1.8.1.	Límite máximo .....	43
3.1.8.2.	Límite mínimo .....	43
3.2.	Sistema de combustible .....	43
3.2.1.	Alimentación de combustible .....	44
3.2.2.	Sistema carburado .....	46
3.2.3.	Bomba de combustible .....	46
3.2.4.	Sistema inyectado .....	49
3.2.5.	Sistema turbo alimentado .....	52
3.2.5.1.	Presión de combustible.....	53
3.2.5.2.	Sensor de presión de combustible .....	54
3.2.5.3.	Indicador de presión de combustible....	54
3.2.5.3.1.	Parámetros de presión.....	55
3.3.	Sistema de lubricación .....	57
3.3.1.	Bomba de aceite.....	60
3.3.2.	Presión de aceite.....	60
3.3.3.	Sensor de presión de aceite .....	61

3.3.4.	Indicador de presión de aceite .....	62
3.3.5.	Temperatura de aceite .....	62
3.3.6.	Sensor de temperatura de aceite .....	63
3.3.7.	Indicador de temperatura de aceite .....	64
3.4.	Sistema de enfriamiento .....	64
3.4.1.	Radiador .....	68
3.4.2.	Ventilador.....	69
3.4.3.	Indicador de temperatura .....	70
3.4.3.1.	Sensor de temperatura.....	71
3.4.3.2.	Rangos de temperatura.....	72
3.4.3.3.	Ajustes .....	72
4.	PRESIÓN MEDIA EFECTIVA (PME).....	75
4.1.	Potencia desarrollada .....	76
4.1.1.	Consumo específico de combustible.....	77
4.1.2.	RPM máximas.....	78
4.1.3.	RPM mínimas .....	79
4.1.4.	Ajuste de rpm.....	79
4.1.5.	Composición de gases de escape .....	89
4.1.6.	Sensor de gases de escape.....	93
5.	BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	95
5.1.	Costos del proyecto .....	95
	CONCLUSIONES .....	101
	RECOMENDACIONES.....	103
	BIBLIOGRAFÍA.....	105
	ANEXOS .....	109



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Despiece básico del motor de combustión interna .....	5
2.	Componentes del banco de pruebas .....	11
3.	Cimentación .....	13
4.	Aislante de caucho .....	15
5.	Aislante tipo resorte .....	15
6.	Taco de caucho extrapolado de utilización en motores .....	16
7.	Bancada para motor .....	17
8.	Soportes .....	18
9.	Freno de fricción (Tipo Prony) .....	20
10.	Freno hidráulico .....	20
11.	Motor con freno de paletas .....	21
12.	Freno electromagnético .....	21
13.	Transmisión .....	23
14.	Cimentación .....	24
15.	Materiales .....	25
16.	Materiales en perfil .....	25
17.	Panel de instrumentos .....	27
18.	Tipos de sensores .....	29
19.	Sensores .....	29
20.	Indicadores analógicos .....	31
21.	Motor de arranque .....	34
22.	Diagrama de circuito eléctrico de motor de arranque .....	35
23.	Sistema de ignición .....	36

24.	La batería .....	37
25.	El dinamo .....	39
26.	Alternador .....	40
27.	Medidor de voltaje .....	41
28.	Indicador de amperaje .....	42
29.	Representación un sistema de alimentación de combustible .....	45
30.	Alimentación de combustible .....	45
31.	Vista en sección de una bomba de combustible mecánica .....	47
32.	Vista en sección de una bomba de combustible eléctrica .....	48
33.	Carburador simple .....	48
34.	Bomba de gasolina .....	50
35.	Sistema de inyección de diesel conducto común .....	51
36.	Cámara de combustión.....	51
37.	Turbocompresor .....	53
38.	Sensor situado en la alimentación del combustible al motor .....	54
39.	Indica la presión de la línea de combustible a la entrada del carburador .....	55
40.	Sistema de inyección.....	56
41.	Sistema de inyección UIS .....	57
42.	Sistema de lubricación e identificación de sus elementos.....	58
43.	Sistema de lubricación.....	59
44.	Bomba de aceite.....	60
45.	Sensor de presión de aceite .....	61
46.	Indicador de presión de aceite .....	62
47.	Sensor situado en el cárter del motor .....	63
48.	Indicador de temperatura de aceite .....	64
49.	Sistema de enfriamiento por líquido.....	67
50.	Radiador.....	69
51.	Ventilador .....	70

52.	Indicadores de temperatura del motor .....	70
53.	Sensor de temperatura del agua .....	71
54.	Diagrama del sistema.....	73
55.	Consumo específico versus revoluciones por minuto .....	77
56.	Reglaje de la velocidad de ralentí .....	81
57.	Tornillos de ajuste de la mezcla de ralentí.....	82
58.	Carburador dotado de orificio en la cuba para reglaje de la altura del flotador .....	83
59.	Retardador de corte de gases .....	83
60.	Tornillo de ajuste .....	85
61.	Contratuerca del tornillo de ajuste .....	86
62.	Ralentí .....	88
63.	Elevación del régimen de ralentí .....	89
64.	Composición de los gases de escape en motores a gasolina .....	92
65.	Sensor situado tras los colectores de escape para medir la temperatura de los gases del escape.....	93
66.	Catalizador, tramo del sistema de escape.1. Salida del Colector: 2 y 4. Sonda Lambda; 3.....	94

## TABLAS

I.	Costo de componentes del banco de pruebas .....	96
II.	Costos de componentes sistema estructural .....	97
III.	Costo operaciones de mecanizado .....	98
IV.	Resumen de costos.....	99



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
SO <sub>2</sub>	Ácido sulfúrico
H <sub>2</sub> O	Agua
CO <sub>2</sub>	Bióxido de carbono
HC	Carburo de hidrógeno
CC	Corriente Continúa
CD	Corriente Directa
\$	Dólar americano
DIN	Duscth Internacional Normas
ECU	<i>Engine Control Unit</i>
Fem	Fuerza electromotriz
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
Hz	Hertzio
HP	<i>HorsePower</i> (caballos de fuerza)
KPa	Kilo Pascales
kg	Kilogramos
kv	Kilovoltios
l/in <sup>2</sup>	Libras por pulgada cuadrada
psi	Libras por pulgada cuadrada
Hg	Mercurio
Mh	Mili henrios
mA	Miliamperios
mm	Milímetros

<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrógeno
<b>UNE</b>	Norma española equivalente a ISO y DIN
<b>UPN</b>	Perfil U normal
<b>PME</b>	Presión media efectiva
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>SAE</b>	Sociedad American de Ingenieros
<b>SAP</b>	Structural Análisis Program

## GLOSARIO

<b>Acción detergente</b>	Propiedad de un lubricante para remover sustancias extrañas.
<b>Acidez</b>	Grado de PH en un lubricante.
<b>Admisión</b>	Primera etapa del ciclo de un motor de combustión interna.
<b>Amperaje</b>	Cantidad de corriente a través de un conductor eléctrico.
<b>Árbol de levas</b>	Eje que acciona las válvulas de admisión y escape.
<b>Axial</b>	Paralelo al eje.
<b>Bancada</b>	Estructura que soporta el motor.
<b>Bar</b>	Unidad de medida de presión.
<b>Borne</b>	Terminal en circuito eléctrico.
<b>Cámara de combustión</b>	Espacio comprendido entre la culata y el pistón.

<b>Carter</b>	El cárter de aceite se encarga de cerrar el motor por la parte inferior y almacenar el aceite para el engrase del motor.
<b>Caudal</b>	Cantidad de fluido desplazado en peso o volumen.
<b>Centrifugo</b>	Fuerza dirigida desde el centro hacia afuera.
<b>Cigüeñal</b>	Eje que convierte el movimiento vertical de los pistones en movimiento circular.
<b>Cilindro</b>	Es el recinto donde se desplaza el pistón.
<b>Colector</b>	Elemento distribuidor.
<b>Combustible</b>	Elemento que libera energía al encenderse en un motor de combustión interna.
<b>Combustión</b>	Etapa del ciclo de motor de combustión interna cuando se enciende la mezcla de combustible y aire.
<b>Compresión</b>	Segunda etapa del ciclo de un motor de combustión interna.
<b>Contaminantes</b>	Substancias producidas por mala combustión y que dañan el medio ambiente.

<b>Corrosión</b>	Ataque químico que experimentan los materiales.
<b>Culata</b>	También llamada cabeza de cilindros donde se realiza el movimiento de las válvulas de escape y admisión.
<b>Diafragma</b>	Elemento que produce vacío en un lado y presión en otro debido a sus propiedades elásticas.
<b>Dinamómetro</b>	Elemento que mide la potencia de un motor de combustión interna.
<b>Disyuntor</b>	Interruptor automático de un circuito eléctrico.
<b>Electrolito</b>	Solución química compuesta de ácido sulfúrico y agua destilada.
<b>Embolo</b>	Ver pistón.
<b>Escape</b>	Cuarta etapa del ciclo de un motor de combustión interna.
<b>Escobillas</b>	Contactos deslizantes entre el rotor y estator de motores y generadores.
<b>Expansión</b>	Tercera etapa del ciclo de un motor de combustión interna.

<b>Flotador</b>	Dispositivo que mantiene el depósito del carburador con combustible.
<b>Fluidez</b>	Tendencia de los líquidos a fluir.
<b>Fueloil</b>	Combustible producido a partir de productos orgánicos.
<b>Glicol</b>	Substancia que mejora las propiedades refrigerantes del agua.
<b>Indicador</b>	Carátula muestra el valor de alguna variable que se esté midiendo.
<b>Inducido</b>	Parte que corta las líneas magnéticas en un motor o generador eléctrico.
<b>Inyector</b>	Dispositivo que inyecta combustible a los cilindros en forma atomizada.
<b>Lumbreras</b>	Sistema de evacuación de gases.
<b>Manómetro</b>	Medidor de presión.
<b>Mescla estequiometrica</b>	Proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa.
<b>Monitorear</b>	Vigilar las variables que se dan en un ensayo.

<b>Muñones</b>	Eje con un extremo dentado.
<b>Octano</b>	Medida de potencia calorífica de un combustible.
<b>Par</b>	Es la fuerza que empuja al pistón y que hace girar el codo del cigüeñal mediante el mecanismo biela manivela.
<b>Parámetros</b>	Cantidad de medidas.
<b>Perfiles</b>	Materiales de diseño estructural.
<b>Pistón</b>	Embolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos.
<b>Plomo</b>	Elemento que se añade al combustible para aumentar su potencia calorífica.
<b>Potencia</b>	Es la velocidad con que se efectúa un trabajo.
<b>Propinglicol</b>	Substancia que mejora las propiedades refrigerantes del agua.
<b>Pulverizador</b>	Dispositivo que divide una substancia en cuantas partes sea posible.

<b>Radiador</b>	Dispositivo que disipa el calor del refrigerante proveniente de interior del motor.
<b>Ralentí</b>	Marcha lenta.
<b>Rango</b>	Parámetros límites.
<b>Reacondicionamiento</b>	Trabajo efectuado a un motor cuando ha sufrido desgaste.
<b>Reglaje</b>	Medidas establecidas por fabricante.
<b>Rodete</b>	Rueda con alavés.
<b>Rozamiento</b>	Contacto por movimiento entre dos superficies.
<b>Sensor</b>	Detector de variable
<b>Sonda lambda</b>	Sensor que detecta el contenido de oxígeno que existe en los gases de escape.
<b>Tablero de control</b>	Tablero donde se monitorean las variables
<b>Tacómetro</b>	Dispositivo que mide revoluciones por minuto.
<b>Termómetro</b>	Dispositivo que mide cambios de temperatura.

<b>Termostato</b>	Elemento sensible a la temperatura, que restringe la circulación del líquido refrigerante.
<b>Torque</b>	Ver par.
<b>Tubo bourdon</b>	Tubo en espiral que es el sensor de los manómetros.
<b>Viscosidad</b>	Medida de resistencia del aceite a fluir.



## RESUMEN

Banco de pruebas es una Instalación que sirve para medir las prestaciones de los motores y sus características de funcionamiento. El banco de pruebas se emplea tanto para la obtención de datos importantes, sobre la puesta a punto de prototipos como para la determinación de ciertos datos fundamentales, necesarios para la prueba de los motores fabricados en serie.

En el caso de que se desee analizar exclusivamente el comportamiento del motor, éste se fija sobre un soporte apropiado y se conecta a un freno dinamométrico por medio de juntas. En cambio, cuando se desea analizar las prestaciones globales del sistema motor transmisión de un vehículo, se emplean bancos de rodillos directamente por las ruedas. Ambos sistemas de medida se usan desde los comienzos de la historia del automóvil.

El aumento de los regímenes de rotación condujo a la realización de diversos tipos de frenos. Se pasó más tarde a los frenos de dinamo, que estaban constituidos por una dinamo cuya carcasa podía oscilar libremente en torno al eje del motor, y se mantenía en equilibrio gracias a un peso desplazable a lo largo de un brazo graduado. La regulación del par de frenado se obtenía variando las resistencias que constituían la carga de la dinamo.



# OBJETIVOS

## General

Proponer el diseño de un banco de pruebas para motores de combustión interna.

## Específicos

1. Mejorar las tareas de reacondicionamiento de motores de combustión interna, verificando que todos sus parámetros de funcionamiento se encuentren dentro de los límites permisibles, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes.
2. Contar con el equipo de pruebas como una herramienta necesaria para los ingenieros mecánicos, mecánicos industriales y técnicos automotrices.
3. Evitar que se den fallas post reacondicionamiento en los motores de combustión interna.



## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de ingeniería, es un documento técnico de apoyo para estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, ingenieros mecánicos, ingenieros mecánicos industriales y técnicos automotrices; fundamentándose en los conocimientos teóricos de la ingeniería mecánica para el mejoramiento y realización con éxito de la tarea de reacondicionamiento de los motores de vehículos, siendo su principal objetivo evitar fallas posreacondicionamiento como frecuentemente sucede en un porcentaje muy alto de los talleres dedicados a tareas de reacondicionamiento en Guatemala.



# 1. MARCO TEÓRICO

## Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA)

Los motores de combustión interna alternativos, vulgarmente conocidos como motores de explosión (gasolina) y motores diesel (a compresión), son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión, empujan un émbolo o pistón, desplazándolo en el interior de un cilindro y haciendo girar un cigüeñal, obteniendo finalmente un movimiento de rotación.

- Clasificación de los MCIA

Se pueden emplear diversos criterios para la clasificación de los MCIA, estos criterios son:

- Por su ciclo
  - Otto
  - Diesel
- Por su disposición y número de cilindros
  - Rotativo (radial)
  - En línea (2, 3, 4....12)
  - En V (2, 4, 8...16,18)
  - Opuestos

- Por su posición de válvulas
  - En la culata
  - Lumbreras
  - Rotativos
  
- Por su tipo de arranque
  - Batería
  - Aire comprimido
  - Motor auxiliar
  
- Por su tipo de enfriamiento
  - Líquido (agua + glicol)
  - Aire
  - Aceite de lubricación
  
- Por su alimentación de aire
  - Aspiración natural
  - Sobrealimentado (turbocargado)
  - Accionado por engranajes
  - Accionado por turbina a través de gases de escape
  
- Por su alimentación de combustible
  - Carburado
  - Inyectado
  
- Según el combustible empleado
  - Motores de gas
  - Motores de gasolina
  - Motores de aceites pesados (gasóleo o fueloil)

- Según la forma en que se realiza la combustión
  - Motores de explosión son aquellos en los que la combustión se realiza gracias a una chispa que inflama el combustible comprimido.
  - Motores diesel son aquellos en los que la combustión se realiza por medio de la compresión del combustible.
- Según la relación explosiones giro del cigüeñal
  - Motores de 2 tiempos: este motor, realiza las 4 etapas de un ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape) en 2 movimientos lineales del pistón (una vuelta del cigüeñal).
  - Motores de 4 tiempos: este motor, realiza las 4 etapas de un ciclo termodinámico en 4 movimientos lineales del pistón (dos vueltas del cigüeñal).
- Según el número de cilindros
  - Monocilíndricos
  - Poli cilíndricos

### **1.1. Definición del proyecto**

Los motores de combustión interna, tanto los ciclos otto (encendido a chispa) como ciclo diesel (encendido a compresión) son fabricados y diseñados con la finalidad de efectuar múltiples servicios tales como:

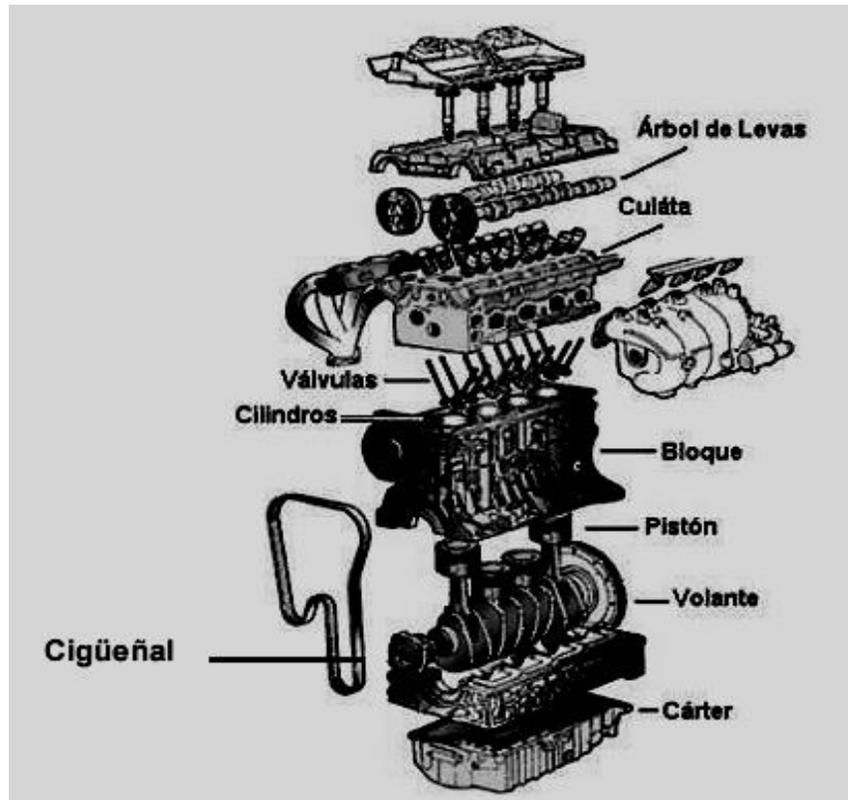
- Transporte pesado
- Transporte liviano
- Transporte aéreo
- Transporte acuático y marítimo
- Generación de energía eléctrica
- Maquinaria para la construcción

Estas máquinas térmicas tienen una vida útil, que se inicia desde el momento en que entran a prestar su servicio, hasta que sus parámetros llegan a límites en los que su operación ya no satisfacen la necesidades del servicio para el que fueron diseñadas, debiéndose esto al trabajo que sus partes efectúan cuando se encuentran en servicio, sometiéndose a sufrir desgastes y fatigas que van repercutiendo en la eficiencia y bajo rendimiento, hasta llegar al final de su período de vida útil para el que fueran diseñadas.

Cuando dicho período se cumple, los motores de combustión interna no se desechan a la basura, porque se cuenta con la posibilidad de que estos puedan ser reacondicionados (reconstruidos) para que vuelvan a prestar el servicio con la misma eficiencia y rendimiento que los motores de nueva construcción.

Los motores reacondicionados (reconstruidos), deben proporcionar los mismos parámetros de potencia y par motor que los de la fábrica, por lo tanto las tareas de reacondicionamiento deberán realizarse utilizando las técnicas adecuadas para lograr alcanzar los parámetros que proporcionan los motores de nueva construcción.

Figura 1. **Despiece básico del motor de combustión interna**



Fuente: <http://www.conducircolombia.com/motor10seg.jpg>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

## 1.2. **Importancia del proyecto**

Los motores reacondicionados deben ser sometidos a una larga serie de mediciones alternadas con severas pruebas de durabilidad y de carga, que se repiten hasta que tras una precisa puesta a punto, se alcanzan los resultados previstos. Por lo tanto, estas pruebas se hacen necesarias con el fin de corroborar y verificar que las variables medidas estén dentro del rango y límites igual a las de un motor nuevo.

El banco de pruebas, es un sistema de ensayos en el que se realizaran algunas de las mediciones más significativas e importantes para el óptimo funcionamiento de los motores. Entre estas medidas se encuentran; la medición de la temperatura del motor, medición de la presión de aceite, el voltaje de la batería, medición de la corriente, consumos de combustible, entre otros.

Las pruebas secundarias, ajenas a este proyecto, son las que sirven para obtener los valores relativos al par motor, la presión media efectiva, la potencia desarrollada, el consumo específico de combustible, los diferentes rendimientos, así como la composición de los gases de escape y la eficiencia del motor.

- Bancos de pruebas de motores de combustión interna
  - Conceptos básicos

Un banco de ensayos, es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en condiciones controladas, utilizando para ello una serie de instrumentos de control y otros de medida. La sala de ensayos, como sistema cerrado, tiene el conjunto de entradas y salidas.

Las principales aplicaciones de una sala de ensayos son:

Producción: se utilizan para verificar los motores después del proceso de fabricación.

Investigación y desarrollo del motor o de sus componentes: en este caso, se realizan modificaciones con la finalidad de comprobar experimentalmente las mejoras desarrolladas de manera teórica.

Ensayos de aceptación y homologación de motores: cada motor nuevo ha de ser homologado antes de su comercialización, para verificar que las características técnicas del motor correspondan realmente con su comportamiento.

Ensayos de emisiones y consumo: este tipo de ensayos suele realizarse como parte de un conjunto de ensayos en cualquiera de los bancos anteriormente citados.

Fines docentes: es habitual que los centros de educación dispongan de bancos de ensayos para realizar experimentos y contrastar los conocimientos teóricos con los resultados prácticos.

La mayoría de los talleres dedicados a trabajos de reacondicionamiento de motores de combustión interna en el área de la ciudad de Guatemala, no realizan las pruebas necesarias después de haber efectuado las tareas de reacondicionamiento de los motores, debido a que no consideran la importancia que estas tienen como parte de la comprobación del funcionamiento óptimo de una máquina.

Considerándose que las pruebas son necesarias e imprescindibles y cuyo propósito es el de comprobar que la máquina sometida a un proceso de reacondicionamiento desarrolle todos los parámetros dentro de los límites de operación correctos, de manera que se pueda obtener confiabilidad en que sus condiciones sean las adecuadas para que pueda regresar nuevamente a

prestar el servicio para el que fue diseñada por el fabricante, se hace necesario contar con un banco de ensayos para realizar esta tarea complementándose y asegurando que la máquina cumplirá todos los requisitos que le exija el servicio como una máquina nueva o estándar.

- Bancos de prueba

Los bancos de prueba son equipos industriales que permiten realizar evaluaciones previas de las condiciones de calidad de una parte de un ensamble. Los bancos de prueba y control pueden estar automatizados con PLC como elemento de control o, en una forma más actual, mediante una computadora personal.

Los bancos de ensayos para motores son de vital importancia para el desarrollo de éstos (o el de alguno de sus componentes) ya que permiten tener un registro de su comportamiento tanto en las condiciones normales de funcionamiento como en situaciones extremas a las que puedan verse obligados a trabajar. Es importante definir la finalidad del banco de ensayos (para producción, investigación, rectificación); el tipo de pruebas a realizar (ensayo de potencia, emisión de contaminantes, control de temperaturas); y, por último, el tipo de motor a probar, pudiendo ser éstos de combustión (gasoil, gasolina, gas) o eléctricos (de corriente continua, alterna).

En el caso de que se desee analizar exclusivamente el comportamiento del motor, éste se fija sobre un soporte apropiado y se conecta a un freno dinamométrico por medio de juntas. En cambio, cuando se desea analizar las prestaciones globales del sistema motor-transmisión de un vehículo, se emplean bancos de rodillos directamente por las ruedas. Ambos sistemas de medida se usan desde los comienzos de la historia del automóvil.

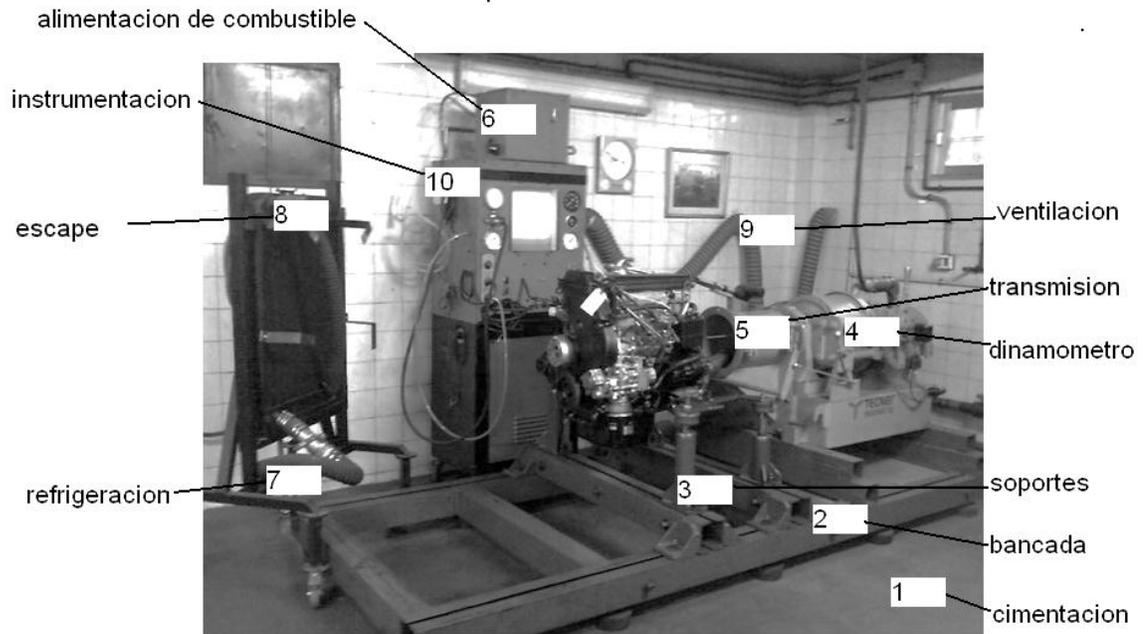
## 2. COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS

Para ensayar un motor es necesario instalarlo en un banco de pruebas o de ensayos. Este consta básicamente de los siguientes elementos:

- Una cimentación que absorba las vibraciones que se producen debido a la existencia en el motor de fuerzas de inercia no equilibradas y de los correspondientes momentos resultantes.
- Bancada, cuya misión es soportar el motor.
- Soportes para montar y fijar el motor en la bancada, así como regular la altura y alinear el motor con el freno.
- Freno dinamométrico que absorba la potencia desarrollada por el motor, ofreciendo una resistencia al giro de éste, y que esté provisto de un dispositivo para medir el par motor.
- Transmisión que permita la conexión frenomotor con una cierta elasticidad y capacidad de absorber desalineaciones.
- Sistema de alimentación de combustible al motor, con instrumentos de medición de consumo.
- Sistema de refrigeración del motor:

- Si los motores son refrigerados por agua, normalmente se mantiene la bomba de agua del propio motor. Esta impulsa el agua a través del motor hacia un cambiador de calor (agua/agua o aire/aire), en general con regulación termostática por medio de válvulas motorizadas. En instalaciones más económicas se suele recurrir a un depósito de mezcla, en donde se añade una pequeña cantidad de agua fría a la caliente, que proviene del motor.
- Si los motores son refrigerados por aire, se suele utilizar una soplante dirigida hacia las aletas del motor.
- Sistema de evacuación de los gases de escape. Los gases de escape son enviados tras pasar por un silenciador a la atmósfera.
- Sistema de ventilación de la sala. Debe evitar el sobrecalentamiento del local por la radiación de calor del motor. Se efectúa mediante ventiladores axiales o centrífugos de impulsión y extracción.
- Panel de instrumentos: cuando el banco se instala en una habitación o cámara cerrada y aislada se habla de una celda o cabina de ensayo de motores. En este caso existe un pupitre de instrumentos en el exterior de la celda con los órganos de puesta en marcha y de gobierno del motor y freno, así como los instrumentos de control y registro.

Figura 2. Componentes del banco de pruebas



Fuente:www.electroauto.blogspot.com. Consulta: 3 de marzo de 2012.

## 2.1. Cimentación

La correcta cimentación de los equipos, cualquiera que sea, es uno de los aspectos fundamentales para la operación eficiente de los mismos.

El cimiento o base, como generalmente lo llaman, de un equipo, no es más que una estructura sólida de hormigón, lo suficientemente pesada para que proporcione un soporte rígido permanente a toda el área de la base o asiento de este, además de absorber cualquier esfuerzo, imprevisto o vibraciones normales.

Factores que afectan las características de la cimentación.

El cimiento que generalmente se usa, sobre todo en casos donde el silencio no es necesario, casi sin excepción, es un bloque de concreto en la proporción debida con respecto al tamaño del motor, correctamente nivelado y anclado para resistir el funcionamiento continuo dicho motor.

Las proporciones de estos cimientos dependen, en gran parte de la clase de motor, su velocidad, propiedades de la superficie o suelo en donde se ha de construir el cimiento, y el método empleado para transmitir la fuerza. Con relación a las bases para bombas se tiene que tratar de bombas centrífugas horizontales, vienen montadas o se montan en un chásis con el motor, por lo que al hacer el cálculo de la base para el motor, debe incluirse también el peso este caso la base del motor.

- Base

Para el cálculo del peso de la base, se debe tomar en consideración el peso, revoluciones por minuto, número de cilindros y su posición en el motor.

Este cálculo se efectúa de una forma sencilla aplicando la fórmula siguiente:

$$P = K \cdot (\text{RPM})^{1/2} \cdot P'$$

Donde:

P = Peso de la base (kg)

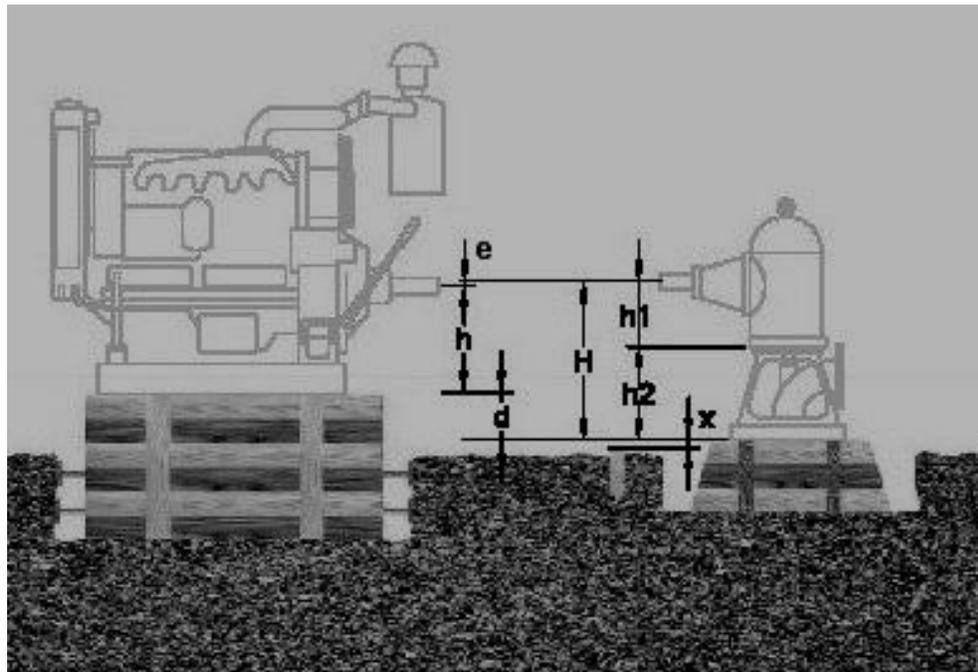
K = Constante

P' = Peso del equipo (kg).

Consideraciones:

- El peso de la base debe ser igual o mayor que el producto obtenido al multiplicar el peso del equipo por la raíz cuadrada de las revoluciones por minuto del motor y por el valor de la constante K.
- En el peso del equipo debe incluirse el peso del motor completo (incluye base metálica) y el del equipo acoplado siempre que el acoplamiento sea directo, o sea, siempre que se requiera una sola base para todo el conjunto.
- La constante K depende del ciclo, número de cilindros y su posición

Figura 3. **Cimentación**



Fuente: [www.bases.elregante.com](http://www.bases.elregante.com). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **2.1.1. Aislamiento de vibraciones**

Los sistemas de aislamiento de vibración, están concebidos por sistemas mecánicos de masa constante y que funcionan en régimen permanente. El objetivo es controlar que la vibración mecánica generada esté dentro de unos parámetros aceptables y aislar para evitar su transmisión al entorno.

Los actuales sistemas anti vibratorios utilizados para estos equipos, están constituidos básicamente por piezas de caucho de elevada dureza y en algunos casos armados mediante componentes metálicos para mejorar sus propiedades mecánicas y favorecer su fijación al resto de elementos de la instalación. Sus diseños no son específicos para este tipo de instalaciones sino más bien son adaptaciones y extrapolaciones de diseños realizados para otros tipos de maquinaria, y especialmente para motores de vehículos en los cuales los objetivos fundamentales son aminorar la amplitud de las vibraciones, garantizar el funcionamiento correcto de los equipos y alargar su vida útil.

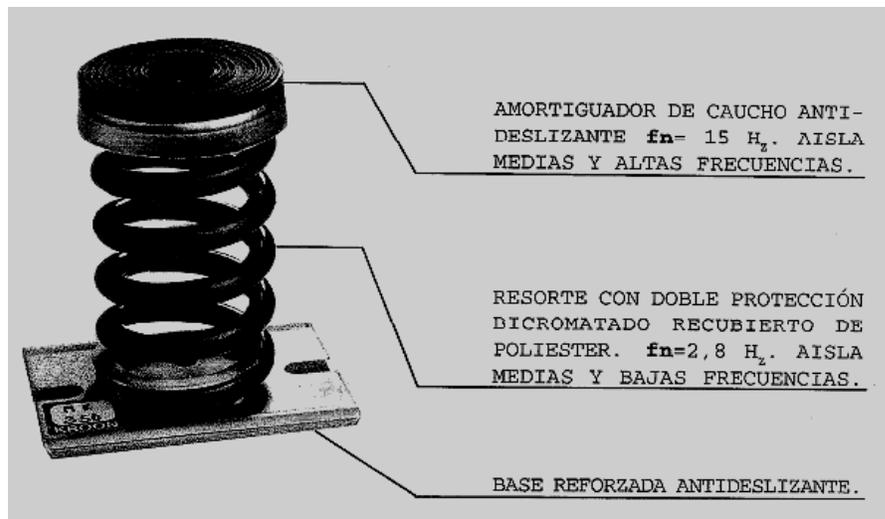
En consecuencia, la utilización de aisladores de caucho como el neopreno, disminuyen significativamente aún las pequeñas vibraciones que se generan por el funcionamiento del motor, en tal virtud se utilizará un juego de estos aisladores en cada uno de los soportes y que comúnmente son llamados bases y son incorporados de fábrica.

Figura 4. **Aislante de caucho**



Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel. p 126.

Figura 5. **Aislante tipo resorte**



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la fórmula SAE. p 113.

Figura 6. **Taco de caucho extrapolado de utilización en motores**



<http://www.dupontelastomers.com/products/neoprene.asp&sa>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

## 2.2. Bancada

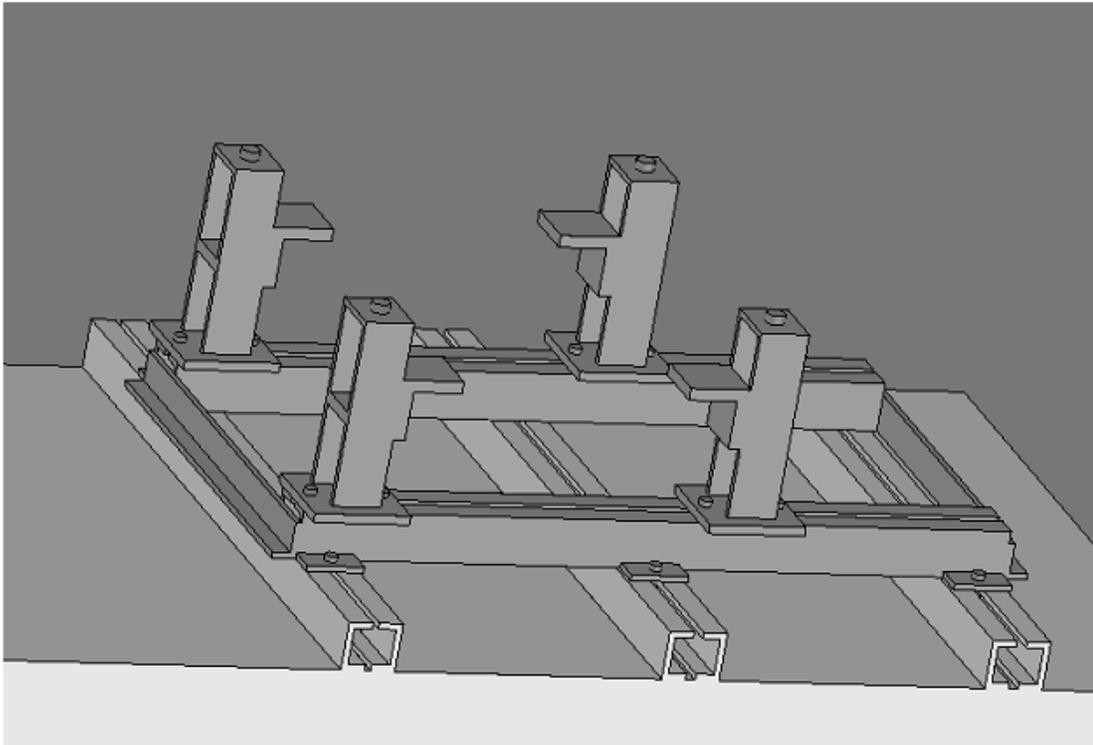
Sobre la bancada, deben ir montados todos los elementos del banco y, por tanto, su diseño resulta de gran importancia para el funcionamiento de éste.

La bancada está compuesta por una plancha de acero de 57 milímetros de espesor, mecanizada y ranurada longitudinal y transversalmente por ranuras en T, según Norma DIN 650. La plancha va soldada a una estructura de tubo cuadrado, también de acero, de dimensiones 100 y 80. Sobre la estructura descansan, a su vez, una plancha para soportar el motor y una plancha para soportar el ventilador del sistema de refrigeración.

La estructura tubular descansa sobre unos pies Stöffl Rudolf KA015, absorbentes de vibraciones y con capacidad para nivelar la bancada. Las uniones con soldadura se realizan con grado de calidad 3, soldadura de color verde (soldadura regular) según la asignación de colores, Norma UNE 14 011.

La estructura tubular, es la encargada de soportar el peso de la totalidad de elementos que componen el banco de ensayos junto con la propia plancha de acero de la bancada. Teniendo en cuenta los pesos que debe soportar la estructura tubular, ninguna de las posibles actuaciones del banco ofrece una entidad suficiente como para ser considerada particularmente en el cálculo de la estructura. No se producen impactos ni movimientos que puedan comprometer la estabilidad o la integridad de la bancada. De esta manera, únicamente se comprueba que la estructura, es adecuada para soportar la totalidad de los elementos del banco de ensayos.

Figura 7. **Bancada para motor**



Fuente: Diseño de una sala de pruebas para motores alternativos de combustión interna. p. 12.

### 2.2.1. Soportes del motor

Para el diseño de los diferentes elementos que comprenden la estructura, (vigas y columnas) primero se procede a calcular las fuerzas y momentos a los que están sometidos dichos elementos, en posición y ciclo de trabajo crítico.

Para obtener resultados que permitan realizar el análisis de la estructura se empleó el programa de ingeniería SAP 2000 V9 (*StructuralAnalysisProgram*), para los diferentes casos de carga a los que puede estar sometida la estructura.

La versión 9 es la más actual de este programa y permite realizar simulaciones de carga lineal y no lineal, estáticas y dinámicas, análisis y diseño de estructuras tridimensionales; por lo tanto es para este caso una herramienta muy importante para determinar el comportamiento de la estructura, cuando el motor esté en pleno funcionamiento.

Figura 8. Soportes



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la fórmula SAE. p. 95.

### **2.2.2. Montaje del motor**

La instalación del motor en el banco, es un proceso complejo y largo para el que se debe haber realizado un estudio detallado del motor y del dinamómetro. Esta instalación se puede dividir en 2 partes: la instalación mecánica y la instalación eléctrica. En la instalación mecánica se tratará de calcular soportes del motor, acoplamientos para transmitir potencia, posición de las partes móviles de la bancada. Por otro lado, en la instalación eléctrica se tratará de realizar un estudio para ver cuáles de todos los sensores del motor deben inhibirse y cuales se colocaran en el banco.

### **2.2.3. Frenos dinamométricos**

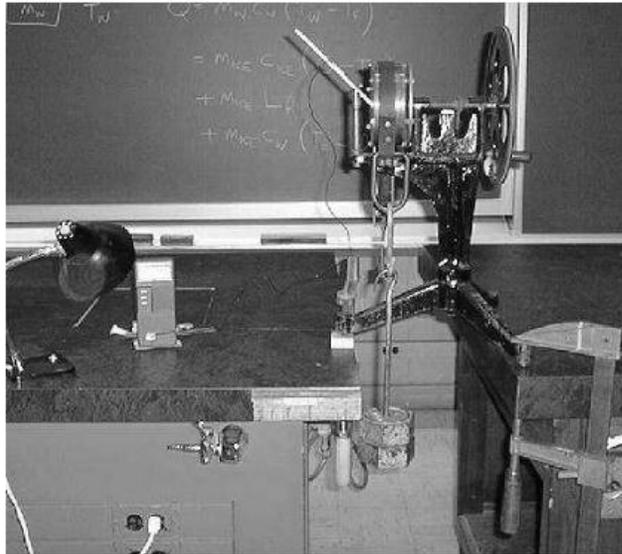
Para determinar la potencia entregada por un motor, es necesario medir su velocidad y par torsor.

El primer indicador se mide utilizando un tacómetro, mientras que para medir el segundo indicador se consigue resistiéndolo en un freno dinamométrico, el cual absorbe y disipa la energía mecánica suministrada por el árbol del motor de ensayo.

Los tipos de frenos que generalmente se emplean son:

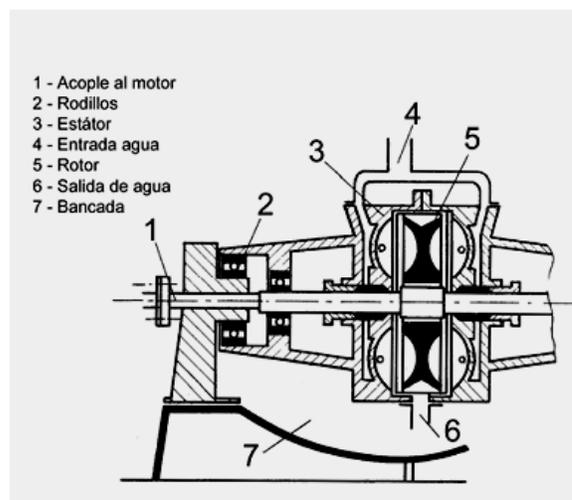
- Frenos de fricción
- Frenos hidráulicos
- Frenos de paletas
- Frenos eléctricos

Figura 9. **Freno de fricción (Tipo Prony)**



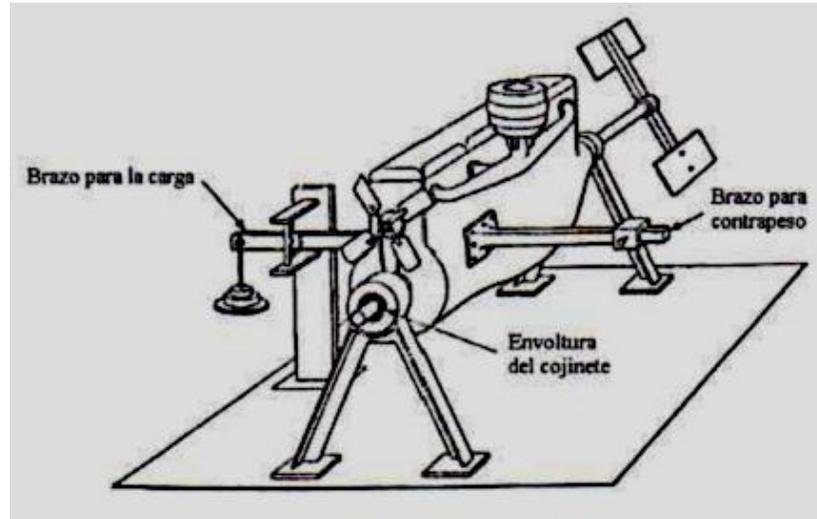
Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel. p. 91.

Figura 10. **Freno hidráulico**



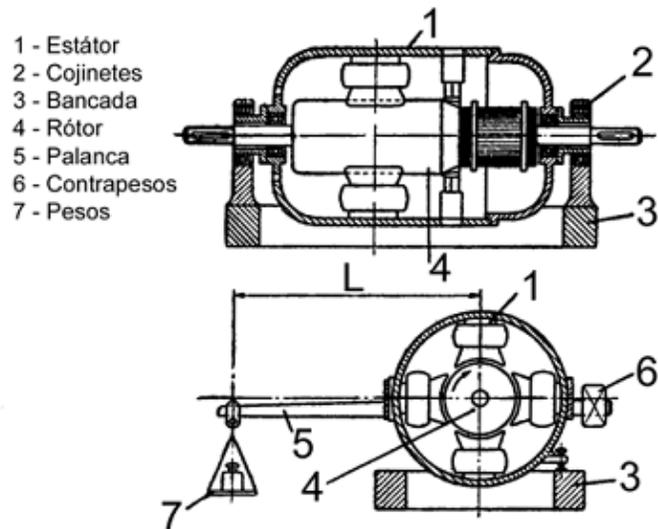
Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel. p. 91.

Figura 11. Motor con freno de paletas



Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel. p. 931.

Figura 12. Freno electromagnético



Fuente: Diseño de una sala de pruebas para motores alternativos de combustión interna. p. 23.

### **2.3. Transmisión**

En el diseño de esta flecha por su necesidad, la cual consiste en desarrollar y calcular una flecha que sea capaz de soportar la transmisión del torque del motor, hacia el sistema de frenado, puesto que en este diseño únicamente soportará 2 cargas esta flecha.

Es necesario una flecha de transmisión directa, además de que las cargas estarán distribuidas únicamente en sus 2 extremos y aparte que estas cargas serán las mismas, puesto que de un extremo de la flecha se tomará el par desarrollado directamente del volante del motor, transmitido por un acople de transmisión, y por el otro extremo de la flecha, esta tendrá que transmitir dicho par hacia el yugo del tambor giratorio, que es una de las piezas del frenado, por lo que tendrá la misma carga, pero en este caso opuesta por el frenado del par desarrollado, se opta por el desarrollo de una flecha de acero y se utiliza la siguiente bibliografía para el cálculo de flechas.

Para desarrollar los cálculos de esta flecha, se necesita datos técnicos del motor, así como los supuestos por parte del diseño de la flecha; como lo son:

- Torque máximo desarrollado por el motor.
- Diámetro supuesto de la flecha dado por el complemento transmisor de par desarrollado, el cual se encuentra en el volante del motor.
- Longitud propuesta de la flecha por parte del diseño.

Figura 13. **Transmisión**



Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel. p 141

### **2.3.1. Dimensiones**

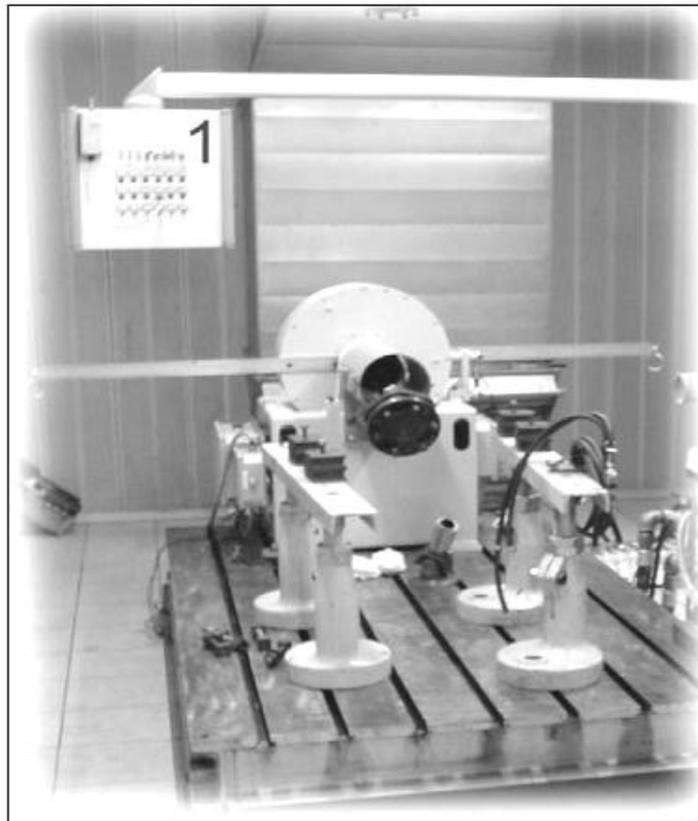
La bancada disponible para el banco de ensayo, consta en primer lugar de una bancada de inercia, Sobre la que están colocados unos perfiles UPN 80 enfrentados entre sí 2 a 2, formando guías para poder variar la colocación del motor. Sobre estos perfiles iniciales, se colocan otros de forma perpendicular a los anteriores, y también enfrentados 2 a 2.

Sobre estos perfiles se sitúan unos soportes (4) regulables en altura, que son los que permitirán que el motor y el dinamómetro se sitúen a la misma altura.

Por último, estos soportes están unidos de dos en dos por un perfil UPN 80.

Este banco se desarrollará para que sostenga un motor de combustión, una flecha y un freno de eléctrico.

Figura 14. **Cimentación**



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la fórmula SAE. p. 59.

## 2.4. **Materiales**

Dentro de los diferentes materiales para la construcción de las estructuras del banco, se consideran los perfiles de acero y los de aluminio.

El aluminio es un material muy utilizado en estructuras simples, herramienta que ofrece una buena resistencia y ligereza. Lo difícil de trabajar con él, son las uniones entre diferentes perfiles ya que no permite tan fácilmente la soldadura, esto complica un poco el proceso de fabricación, a que no en todas las uniones se podrá atornillar fácilmente mediante escuadras.

El acero tiene una mejor resistencia que el aluminio en cuanto a esfuerzos de cargas se refiere, pero se queda atrás en cuanto a protección contra la corrosión que pueda originar el medio otro metal en contacto. Los módulos de Young del acero son más elevados, por lo que ofrece mayor seguridad constructiva, el problema del aislamiento se puede resolver utilizando aceros preparados para resistir la corrosión, como el acero inoxidable, o recubriendo el material de una capa protectora, como puede ser la pintura.

Figura 15. **Materiales**



Fuente: Diseño de un banco de pruebas para cajas de cambio. p. 13.

Figura 16. **Materiales en perfil**



Fuente: Diseño de un banco de pruebas para cajas de cambio. p. 13.

## 2.5. Instrumentación

En todo ensayo de motores, es imprescindible una medición del par, de las revoluciones y de la potencia que están teniendo lugar en cada momento del ensayo. Por lo tanto se hace necesario contar con los siguientes elementos de medida:

- Medida de par: mediante célula de carga extensiométrica de 250 kilogramos.
- Medida de revoluciones por minuto: mediante captador magnético y rueda fónica

- Medida de potencia: mediante la medición de par y revoluciones por minuto se obtiene la potencia del sistema.

Figura 17. **Panel de instrumentos**



Fuente: Diagnóstico y gestión de fallas en equipos empleando instrumentación de monitoreo adecuada. p. 23.

1. Tacómetro – Medidor de revoluciones por minuto
2. Reloj horometro
3. Reloj temperatura del aceite
4. Reloj de temperatura del motor
5. Voltaje de la batería
6. Amperaje de la batería
7. Indicador de presión de aceite del motor

### 2.5.1. Sensores

Los sensores de un vehículo, son los encargados de medir parámetros ciertos parámetros en el motor, los cuales son enviados a una unidad de control.

Es muy importante que siempre en perfecto estado de uso, ya que cualquier medición errónea provocada por mal funcionamiento, causaría una avería y el consiguiente aviso para que se revise lo antes posible, mediante el testigo dispuesto en el cuadro de instrumentos.

Asímismo, la unidad de control utiliza las señales de los sensores para compararlos con los datos almacenados, y cualquier señal no cuadra con los registrados en memoria, causaría una avería en dicho sensor.

Mediante la lectura que hace la unidad de sensores, manda señales de activación para los actuadores que son los encargados de hacer las variaciones pertinentes para el perfecto funcionamiento del motor.

#### Tipos de sensores

- Mecánicos: simplemente abren o cierran un circuito como, por ejemplo, el sensor de frenada que informa a la unidad de control cuando se está frenando y cuando no.
- Eléctricos: son aquellos que en su interior llevan un bobinado y una resistencia y su funcionamiento, básicamente, es variar la resistencia interna, por lo que cuando envía la señal a la unidad de control, lo hace dependiendo de estado en el cual está trabajando el motor.

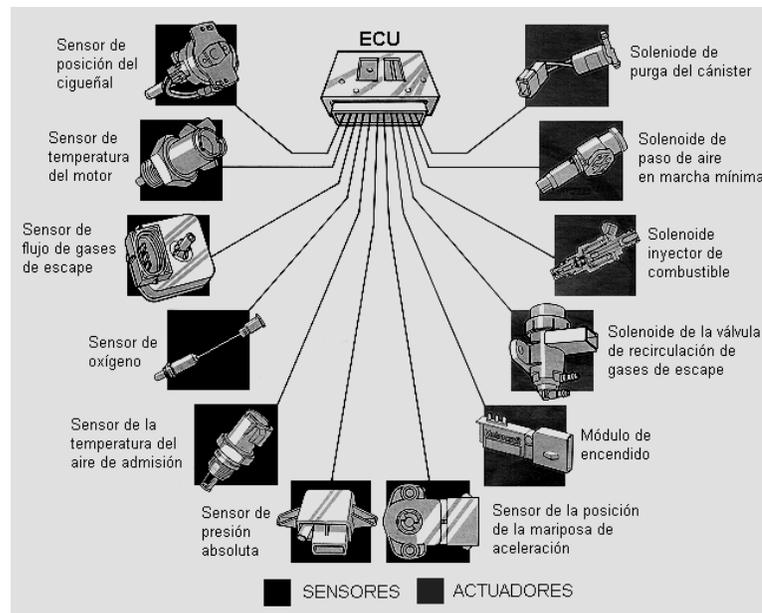
Como ejemplo el sensor PMS (Punto Muerto Superior), que mide el punto exacto cuando el pistón numero 1 está en su posición superior y haciendo el

tiempo de explosión en los motores de gasolina o el tiempo de inyección en los diesel. También es utilizado para saber a cuantas revoluciones está girando el motor.

- **Electrónicos:** están constituidos de manera que su medición sea más exacta y eficiente, necesitan estar alimentados y la señal es una variación en su resistencia interna, ya que varía el voltaje dependiendo del estado en que se encuentre el motor en cualquier régimen de giro.

Por ejemplo, el sensor de presión de combustible que informa a la unidad de la presión real en cualquier régimen.

Figura 18. Tipos de sensores



Fuente: <http://www.desguacesvehiculos.es/mecanica/sensores>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

Figura 19. Sensores



Fuente:<http://www.desguacesvehiculos.es/mecanica/sensores>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **2.5.2. Transmisores**

Son instrumentos que captan la variable medida a través de un sensor, y la convierten en una señal estándar para su transmisión, la cual es sólo función de la variable medida.

En procesos relativamente complejos o peligrosos, se deben llevar las variables medidas hasta una sala de control, donde usualmente se encuentran los instrumentos controladores e instrumentos indicadores, mediante los cuales un operador puede, de un vistazo, verificar el estado operativo del proceso, y realizar los ajustes necesarios. Normalmente la señal de salida de los sensores no tiene la suficiente potencia como para poder ser transmitidas a distancia (más de 50 metros). En estos casos, se deben utilizar transmisores que permitan enviar la señal desde el campo (proceso) hasta la sala de control.

Actualmente existen 2 estándares para la transmisión en forma analógica de variables de proceso, los cuales son: 3 a 15 libras por pulgadas cuadrada

para señales neumáticas, y 4 a 20 micro Amperios para señales analógicas eléctricas. Existen, además, algunos estándares para transmisión digital de variables de proceso, los 2 más conocidos y utilizados hasta la fecha son *FieldbusFoundation* (ISA S50), y *Profibus*.

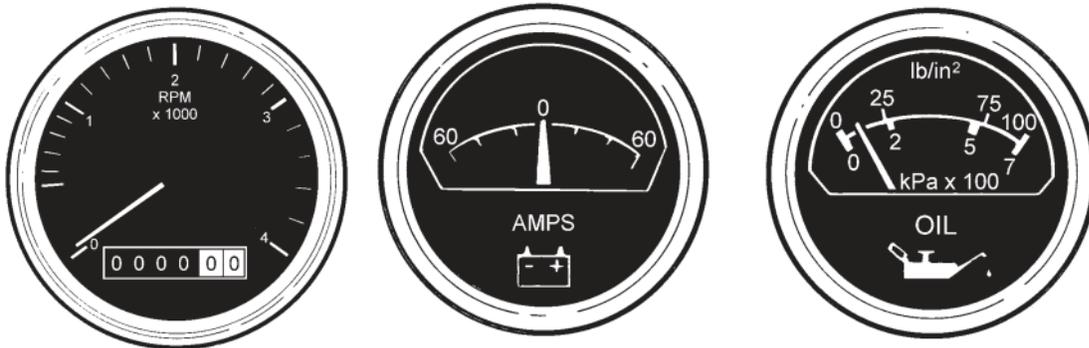
La introducción de los denominados buses de campo, permite la implantación de redes de instrumentos con capacidad de control, permitiendo la disminución de los costos de conexión entre los instrumentos y el resto de los sistemas de automatización y control, al disminuir la cantidad de cables necesarios para lograr dicha conexión.

### **2.5.3. Indicadores**

Son instrumentos utilizados para mostrar visualmente el valor presente de una cantidad medida. Generalmente los indicadores disponen de un índice o aguja, y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable directamente en unidades de ingeniería.

En la actualidad se utilizan instrumentos indicadores digitales, los cuales muestran un valor en forma numérica con dígitos. La ventaja de estos instrumentos, radica en que se puede cambiar el rango de medición en forma automática (auto rango). Los indicadores pueden incorporar el sensor, como en el caso de los manómetros de Bourdon, pueden aceptar diferentes tipos de sensores, como en el caso de algunos indicadores digitales de temperatura, o pueden conectarse a un transmisor

Figura 20. **Indicadores analógicos**



Fuente: Perkins Serie 4000 Motores diesel en V Serie 4012 y 4016 manual del usuario, motores turbo diesel de 12 y 16 cilindros

### **3. SISTEMAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Los motores de combustión interna como sistemas en sí, están compuestos en varios subsistemas básicos, sin los cuales su operación y funcionamiento no sería posible, estos subsistemas varían dependiendo de factores de diseño y tecnologías utilizadas para su adaptación a los ambientes y medios de trabajo, a continuación se presentan algunos de estos subsistemas.

#### **3.1. Sistema eléctrico**

El sistema de carga produce energía eléctrica tanto para recargar la batería como para suministrar la electricidad requerida a los componentes eléctricos mientras el motor se encuentre en funcionamiento.

Componentes del sistema eléctrico

- Alternador
- Motor de arranque
- Batería
- Sistema de ignición
- Amperímetro
- Voltímetro

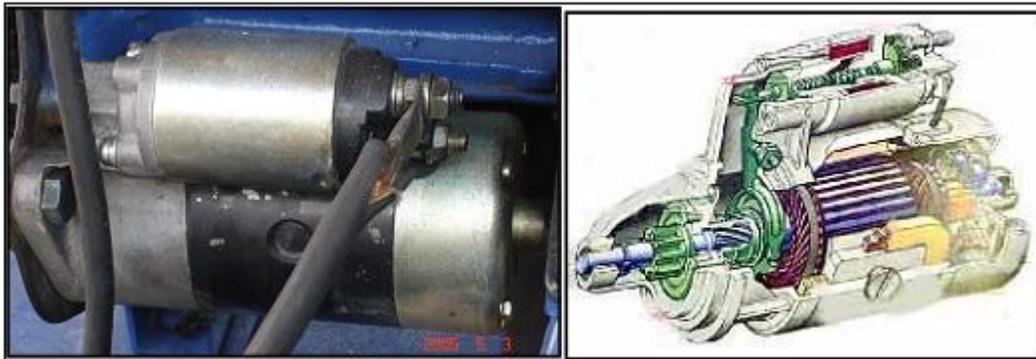
La mayoría de los motores usan alternadores de corriente alterna, ya que ellos son mejores que los que emplean dinamos de corriente directa, por su eficiencia para generar energía y durabilidad. Ya que el motor requiere corriente directa, la corriente alterna producida por el alternador, es rectificadora (convertida a corriente directa) precisamente antes de ser utilizada.

### 3.1.1. Motor de arranque

El motor de arranque, tiene la misión de transformar la energía eléctrica que suministra la batería, en energía de movimiento (cinética) y transmitirla mediante el volante de inercia al motor del automóvil, hasta que se ponga en movimiento por sí mismo.

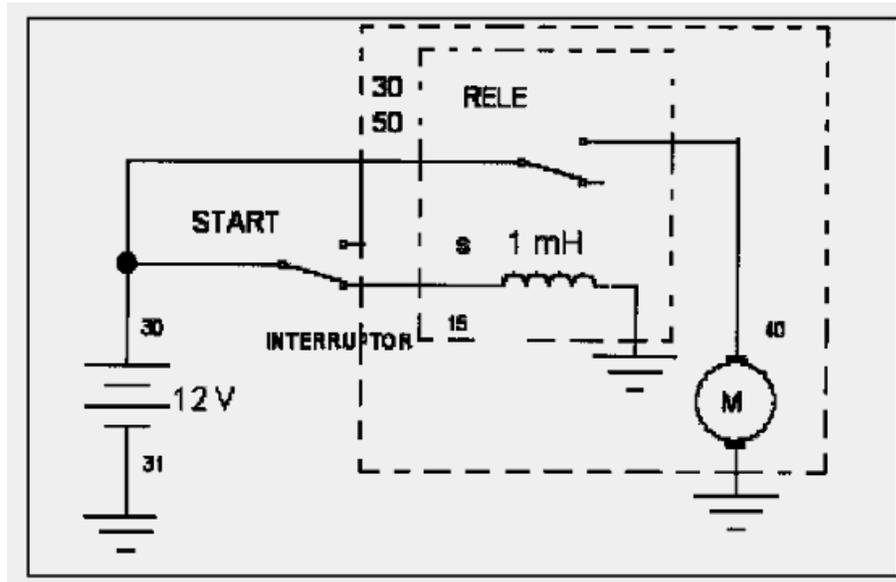
La intensidad de corriente al principio de funcionamiento es máximo por lo que está conformado por pocas espiras de alambre de cobre grueso, pero mientras va aumentando el número de revoluciones, va siendo menor el momento de rotación del motor y menor la corriente que causa de la autoinducción en el inducido.

Figura 21. Motor de arranque



Fuente: Técnico en mecánica y electrónica automotriz N°: 2 CODESISp. 15.

Figura 22. Diagrama de circuito eléctrico de motor de arranque



Fuente: Construcción de un módulo de pruebas de un motor Nissan 1200 para pruebas de metrología automotriz.

### 3.1.2. Sistema de ignición componentes

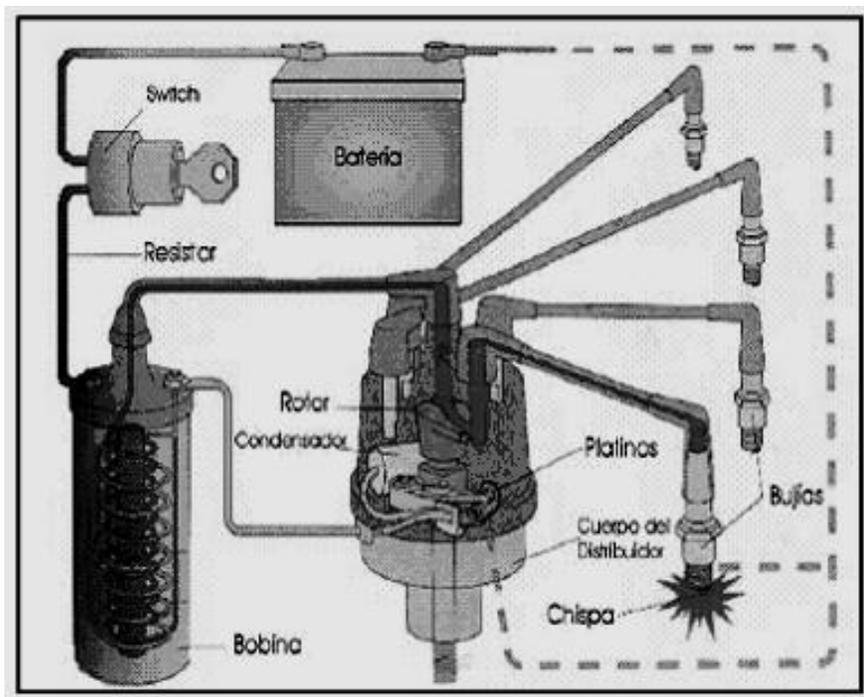
El sistema de ignición, es muy importante para el correcto funcionamiento del motor, ya que afecta de manera directa al consumo de combustible y por lo tanto, su rendimiento.

- Switch
- Batería
- Bobina
- Resistor
- Rotor
- Condensador

- Platinos
- Cuerpo del distribuidor
- Cables
- Bujías

El sistema proporciona impulsos de alto voltaje (de 10 kilo voltios a 40 kilo voltios) entre los electrodos de las bujías en el cilindro del motor. Estos impulsos producen arcos eléctricos en el espacio comprendido entre los electrodos de la bujía, chispas que inflaman la mezcla comprimida en la cámara de combustión. Cada arco eléctrico se sincroniza de manera que salte cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior en la carrera de compresión.

Figura 23. **Sistema de ignición**



Fuente :[www.geocities.com/amazing/encendido](http://www.geocities.com/amazing/encendido). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.1.3. Batería

Es el conjunto de acumuladores que transforman la energía química en energía eléctrica necesaria para la puesta en marcha del motor, y alimenta los diferentes circuitos eléctricos del vehículo.

La batería, está compuesta por vasos acumuladores, 3 para las de 6 voltios y 6 para las de 12 voltios, instalados en una caja; cada vaso tiene placas cubiertas de plomo denominados positivos (+) y negativos (-), unidas cada grupo por puentes de conexión, entre ellas se colocan los separadores aislantes que impiden que se toquen entre sí. Todo el conjunto está sumergido en una solución química compuesta de ácido sulfúrico y agua destilada, que recibe el nombre del electrolito.

El proceso de transformación de la energía química en electricidad se origina al producirse un consumo de corriente, en uno de los circuitos del vehículo; el ácido del electrolito pasa a combinarse químicamente con el material de las placas, tanto positivas como negativas.

Figura 24. La batería



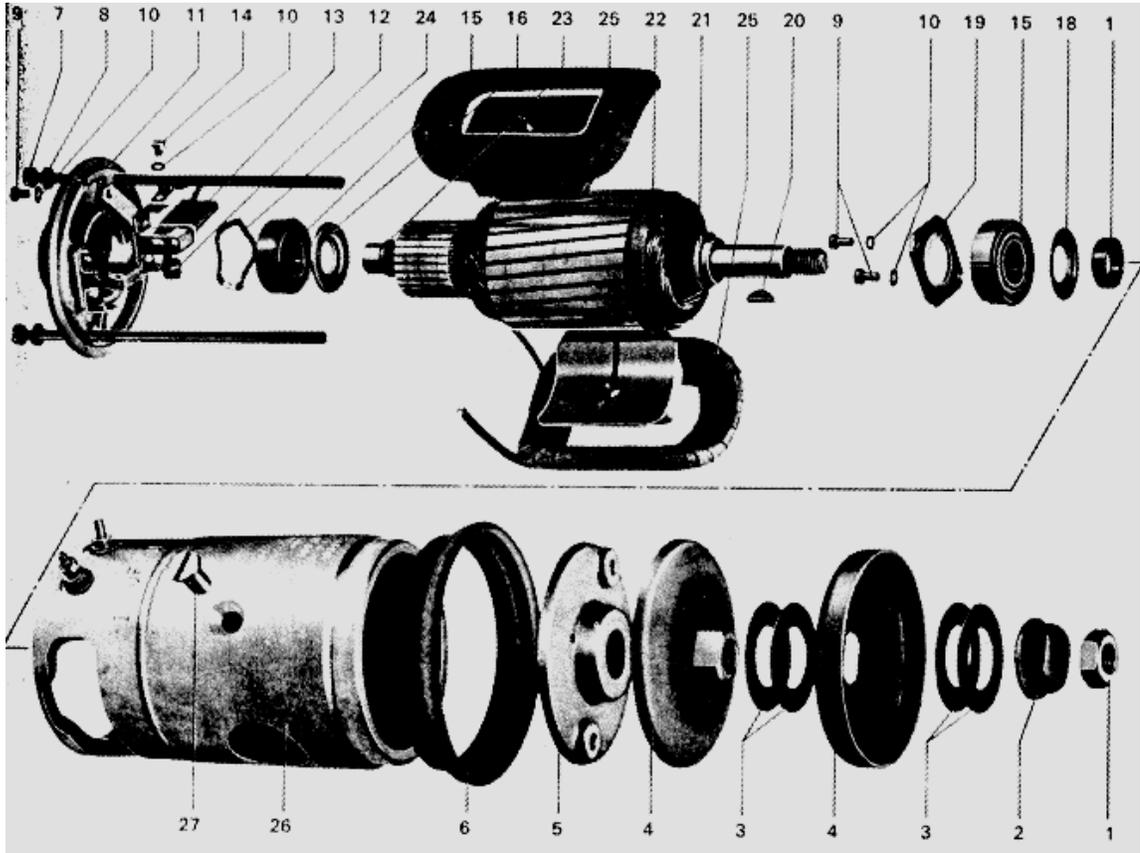
Fuente: CROUSE, Walter. equipo eléctrico y electrónico. p 73.

#### **3.1.4. Generador eléctrico**

El sistema de carga es importante en los motores de combustión interna, ya que permite que genere corriente, este generador es de corriente trifásica, lo que le permite tener ciertas ventajas en relación a los de corriente continua, estos pueden suministrar potencia aún en ralentí, poco desgaste, mínimo mantenimiento, bajo peso por unidad de potencia, la corriente del generador se toma de bornes fijos; por las escobillas de carbón y los anillos del colector, solo fluye una pequeña corriente de excitación con un ventilador apropiado, son independientes del sentido de rotación, no necesitan disyuntor, es decir interruptor de corriente inversa y la mayoría usan reguladores mecánicos, y no necesitan protección contra sobre carga.

El dinamo fue el primer sistema de generación que se utilizó para la producción de energía eléctrica en los automóviles, pero con la aparición del alternador con una mejor eficiencia al proporcionar su carga eléctrica en los diferentes regímenes de velocidad, ha desplazado al dinamo, sin embargo aún persisten algunos automóviles en un porcentaje muy pequeño que utilizan los dinamos, especialmente los automóviles marca Volkswagen de modelos antiguos.

Figura 25. El dinamo



- |                                     |                                                                          |                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Tuerca para la polea             | 10. Arandela                                                             | 20. Cuña Woodruff                |
| 2. Arandela especial                | 11. Plato del extremo con las escobillas de carbón o placa portacarbonos | 21. Protector contra salpicadura |
| 3. Calza                            | 12. Resorte                                                              | 22. Armadura                     |
| 4. Polea                            | 13. Escobillas de carbón                                                 | 23. Brida de la armadura         |
| 5. Plato del extremo del generador  | 14. Tornillo                                                             | 24. Empaque                      |
| 6. Anillo del extremo del generador | 15. Balero o rodamiento de bolas                                         | 25. Devanado del campo           |
| 7. Tornillo pasante                 | 16. Protector contra salpicaduras                                        | 26. Caja del generador           |
| 8. Arandela                         | 17. Protector contra salpicadura                                         | 27. Tornillo del campo           |
| 9. Tornillo                         | 18. Placa de retención o fijación                                        |                                  |

Fuente: Manual de Taller vw Chilton-Limusa. p. 75.

### 3.1.5. Alternador

Este generador es de corriente trifásica, lo que le permite tener ciertas ventajas en relación a los de corriente continua, (dinamo) estos pueden suministrar potencia aún en ralentí, poco desgaste, mínimo mantenimiento, bajo peso por unidad de potencia, la corriente del generador se toma de bornes fijos; por las escobillas de carbón y los anillos del colector solo fluye una pequeña corriente de excitación con un ventilador apropiado, son independientes del sentido de rotación, no necesitan disyuntor, es decir interruptor de corriente inversa y la mayoría usan reguladores mecánicos, y no necesitan protección contra sobre carga.

Figura 26. Alternador



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/images/alternado>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **3.1.6. Indicadores**

Los indicadores del sistema eléctrico, sirven para monitorear las variables que en este se dan, manteniendo informados de sus parámetros de funcionamiento.

#### **3.1.6.1. Indicador de voltaje**

Este aparato mide la diferencia de potencial que existe entre 2 puntos de un circuito o la frecuencia electromotriz suministrada por el generador de corriente, dando su medida directamente en voltios.

Figura 27. **Medidor de voltaje**



Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/Voltímetro](http://es.wikipedia.org/wiki/Voltímetro). Consulta: 3 de marzo de 2012.

#### **3.1.6.2. Indicador de amperaje**

Un amperímetro es un aparato de medida, sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

El amperímetro conectado en serie en la línea de carga que llega a la batería, indica si la carga o la generación se está produciendo por parte del alternador o dinamo.

Figura 28. **Indicador de amperaje**



Fuente: [www.offroadmarket.com.mx/productinfo.asp?item](http://www.offroadmarket.com.mx/productinfo.asp?item). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **3.1.7. Parámetros**

Escogiendo la posición de voltios Corriente Directa (CD) y las sondas positivas y negativas conectadas a los bornes de la batería, sin poner en contacto, la lectura de voltaje es de 13,49, significa que la batería está totalmente cargada, posteriormente se debe poner en marcha al motor, subir las revoluciones algo superiores a las de ralentí, sólo un poco por encima, en esta situación, el voltaje debe subir respecto a la anterior medida, si el sistema de carga funciona.

Se debe obtener mediciones superiores a las anteriores, el voltaje ideal se encuentra en un rango entre 13,5 y 14,5 voltios como máximo, si al acelerar el motor se obtienen voltajes claramente superiores a los 14,8 se podría estar ante un problema de sobrecarga, provocado por alguna anomalía del regulador de voltaje.

### **3.1.8. Ajustes de los parámetros**

La mayoría de los sistemas de carga del generador ya vienen ajustados para proporcionar la carga y voltaje adecuado al sistema diseñado.

#### **3.1.8.1. Límite máximo**

El voltaje máximo debe ser entre 14,5 y 15 voltios, ya que un voltaje mayor provocaría daños a los equipos eléctricos, si estos no se encuentran protegidos con fusibles.

#### **3.1.8.2. Límite mínimo**

El límite mínimo no debe ser menor al voltaje nominal de la batería, si la batería es de 12 voltios, este será de 13 voltios.

### **3.2. Sistema de combustible**

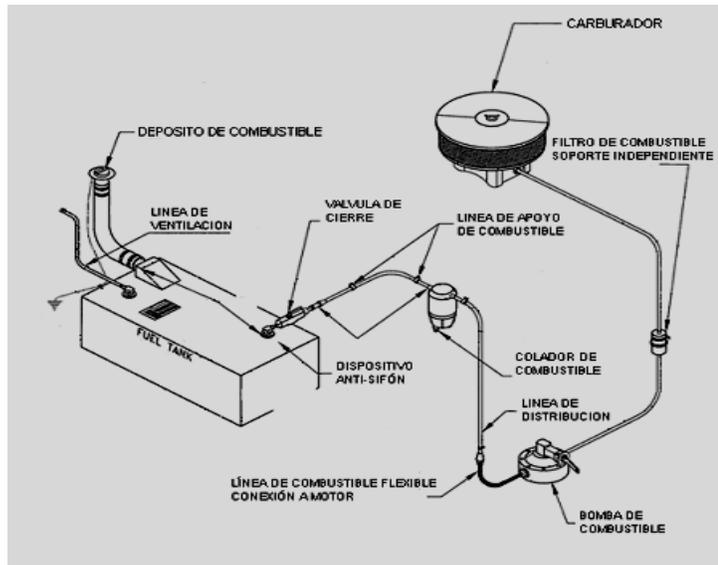
El sistema tiene la función de entregar el combustible al carburador en todos los estados del funcionamiento del motor. Para obtener el máximo aprovechamiento de la energía del combustible, se requiere mezclar con el oxígeno, el cual es obtenido del aire para generar la combustión, cuando existe la chispa.

- Componentes
  - Depósito de combustible
  - Línea de ventilación
  - Válvula de cierre
  - Dispositivo anti sifón
  - Líneas de combustible
  - Colador de combustible
  - Bomba de combustible
  - Filtro de combustible
  - Carburador

### **3.2.1. Alimentación de combustible**

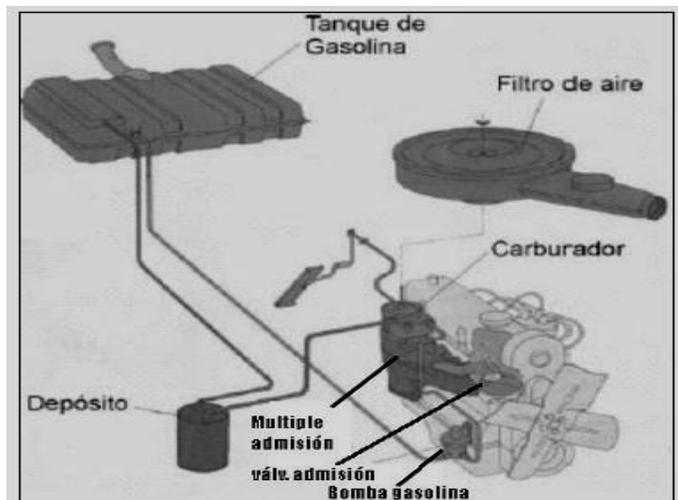
Existen 2 tipos de sistema de alimentación de combustible, a carburador y a inyección. Un sistema de alimentación de combustible, está compuesto por un depósito de combustible, donde se almacena la gasolina líquida, filtro de combustible; que separa las partículas de suciedad de la gasolina; bomba de combustible; que suministra gasolina al carburador, desde el tanque, el carburador; que mezcla la gasolina con aire y entrega la mezcla de combustible al motor y las líneas o circuito de combustible entre el tanque y la bomba, y entre la bomba y carburador.

Figura 29. **Representación un sistema de alimentación de combustible**



Fuente: <http://hondazcar.co.uk>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

Figura 30. **Alimentación de combustible**



Fuente: [www.redtécnicaautomotriz.com](http://www.redtécnicaautomotriz.com). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **3.2.2. Sistema carburado**

Los sistemas carburados están quedando en desuso y siendo sustituidos por los sistemas inyectados, debido a que estos últimos tienen una mejor eficiencia que los primeros, pero aún persiste una cantidad considerable del parque vehicular que poco a poco van a ir desapareciendo por la razón antes mencionada.

Como la combustión solo es posible en forma de gases y con presencia de oxígeno, el combustible tiene que prepararse en el carburador para la combustión. Para ello es imprescindible una fina pulverización y una buena mezcla con el aire en una proporción correcta.

Para que la gasolina pueda emplearse como combustible, debe mezclarse con aire, en proporciones correctas recibe el nombre de carburación, el carburador es un dispositivo que dosifica, emulsiona y dispersa la gasolina, en condiciones variables de velocidad, carga y temperatura como respuesta a la actuación del conductor sobre el pedal del acelerador, desde donde se controla el caudal de combustible que llega a los cilindros. Consiste de una cámara de aire, un pulverizador de combustible y una válvula de mariposa.

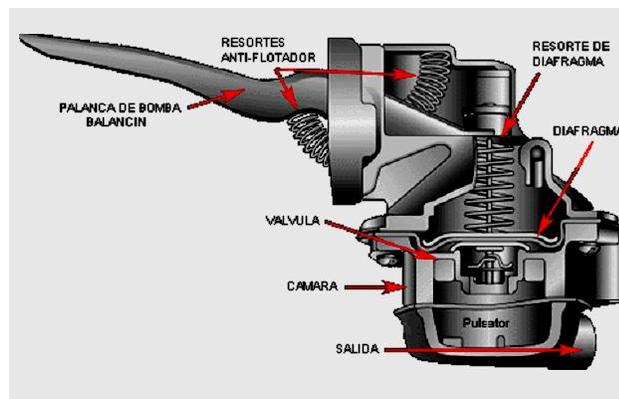
### **3.2.3. Bomba de combustible**

Su función consiste en extraer gasolina del tanque y entregarla al carburador; las partes principales de la bomba son 2 válvulas de simple efecto y un diafragma flexible que oscila de arriba hacia abajo, produciendo alternativamente vacío y presión en la cámara de gasolina de la bomba.

Cuando el diafragma se desplaza hacia abajo el vacío parcial que se crea abre la válvula de entrada, entonces se absorbe gasolina del depósito e ingresa en la cámara, a continuación la presión que ejecuta el resorte sobre el diafragma hacia arriba, produce presión en la cámara de gasolina, con lo cual se abre la válvula de entrada y se cierra la de salida. Esta misma presión empuja la gasolina contenida en la cámara, la cual circula al carburador a través del circuito.

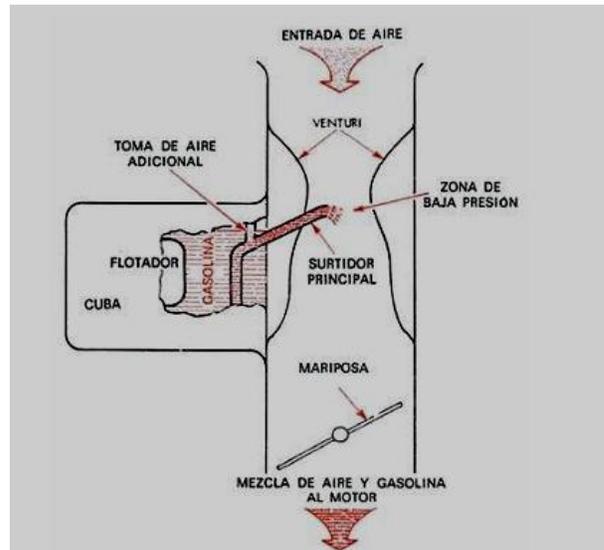
El funcionamiento en si de una bomba mecánica, es de un convertidor de energía, es decir; transforma la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido. La función de la bomba de combustible es la de transportar el combustible desde el depósito situado en una posición baja, al carburador o bien al sistema de inyección que están más altos. Las bombas mecánicas son accionadas por el propio motor, generalmente por el árbol de levas, en forma directa o indirecta a través de un eje. Estas bombas tienen un fácil acceso para su eventual desarmado y reparación.

Figura 31. **Vista en sección de una bomba de combustible mecánica**



Fuente: [http://www.aa1car.com/library/fuel\\_pump.htm](http://www.aa1car.com/library/fuel_pump.htm). Consulta: 3 de marzo de 2012.

Figura 32. **Vista en sección de una bomba de combustible eléctrica**



Fuente: BILLIET,Arnold. Entretenimiento y reparación de motores de automóvil. p. 394.

Figura 33. **Carburador simple**



Fuente: construcción de un módulo de pruebas de un motor Nissan 1200 para pruebas de metrología automotriz.

### **3.2.4. Sistema inyectado**

Los motores con sistema de inyección no llevan carburadores, en su lugar poseen una bomba para inyectar combustible a los cilindros o al colector de entrada. Esta inyección tiene lugar en el momento preciso para que el combustible se mezcle con el aire que circula a través del colector de entrada. Entonces ésta mezcla entra en los cilindros para ser comprimida, encendida y quemada.

Las ventajas de la inyección de combustible, es que puede controlarse exactamente la cantidad de combustible suministrada al motor, consiguiendo una mejor combustión, mayor economía de combustible y menos gases contaminantes.

Los componentes principales del sistema de inyección son:

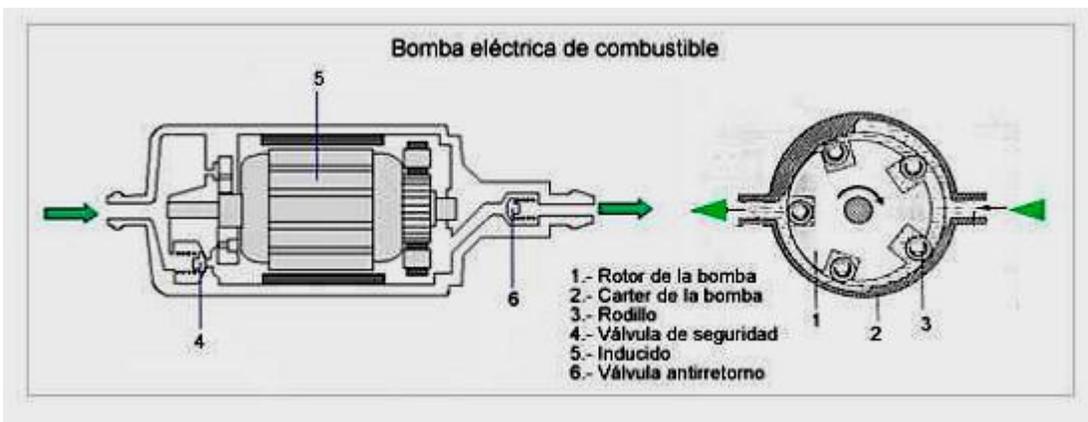
- Bomba de inyección
- Inyector de combustible
- Cámara de combustión

Bomba de inyección: es la encargada de enviar el combustible a cada inyector a una presión fijada, y a tiempo para cada una de las condiciones de operación. La potencia desarrollada por el motor, se controla con la cantidad de combustible inyectado al cilindro, debido a que ingresa siempre una misma cantidad de aire.

El inducido del motor de la bomba de gasolina, mueve un rotor empujando la gasolina por fuerza centrífuga, a través de la válvula de retención, la que permite y evita el paso acumulando presión cuando se pare el motor. Hay una

válvula de seguridad que anula la presión cuando existe una obstrucción en el sistema, dando paso directo de la gasolina a la entrada de la misma.

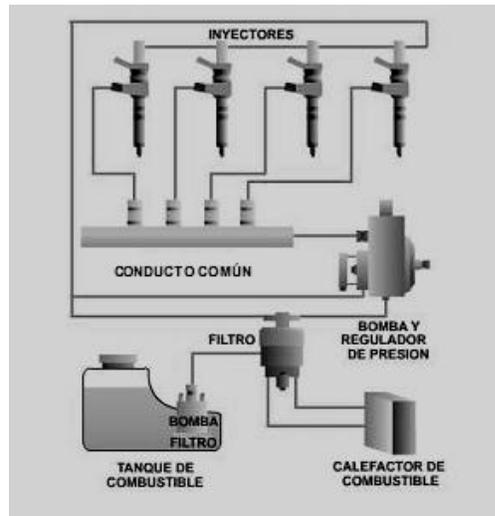
Figura 34. **Bomba de gasolina**



Fuente:<http://www.velocidadmaxima.com>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

Inyector de combustible: es el elemento encargado de pulverizar el combustible que se introduce en la cámara de combustión y lo distribuye uniformemente en el seno de aire comprimido que la llena. El tiempo disponible para la inyección de combustible, es sumamente corto, y la inyección debe iniciar y terminar instantáneamente.

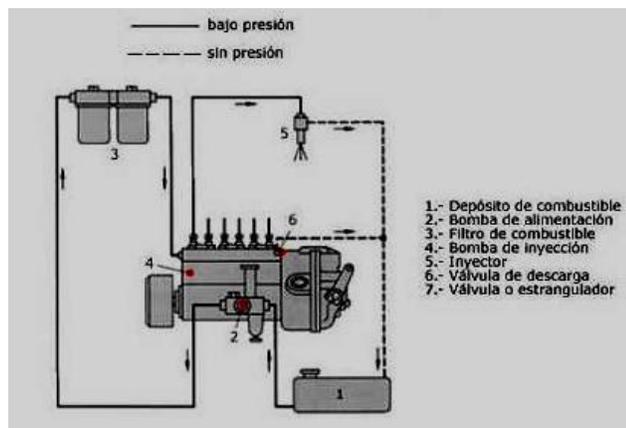
Figura 35. Sistema de inyección de diesel conducto común



Fuente: <http://www.mecanicadeautos.info/fotos>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

Cámara de combustión: se considera parte del sistema de inyección de combustible, y está diseñada para lograr la mejor combustión.

Figura 36. Cámara de combustión



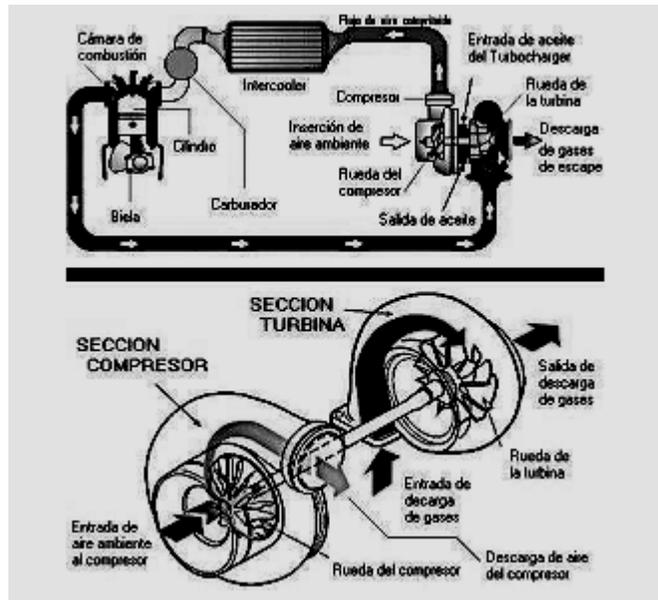
Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel p 70.

### **3.2.5. Sistema turbo alimentado**

Tiene la particularidad de aprovechar la energía con la que salen los gases de escape para impulsar una turbina colocada en la salida del colector de escape, dicha turbina se une mediante un eje a un compresor. El compresor está colocado en la entrada del colector de admisión, con el movimiento giratorio que le transmite la turbina a través del eje común, el compresor eleva la presión del aire que entra a través del filtro y consigue que mejore la alimentación del motor.

El turbo impulsado por los gases de escape, alcanza velocidades por encima de las 100 000 revoluciones por minuto, por tanto, hay que tener muy en cuenta el sistema de engrase de los cojinetes, donde apoya el eje común de los rodets de la turbina y el compresor. También hay que saber que las temperaturas a las que va a estar sometido el turbo en su contacto con los gases de escape, van a ser muy elevadas (alrededor de 750 grados centígrados).

Figura 37. **Turbocompresor**



Fuente: <http://members.fortunecity.es/clubcadec.htm>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.2.5.1. **Presión de combustible**

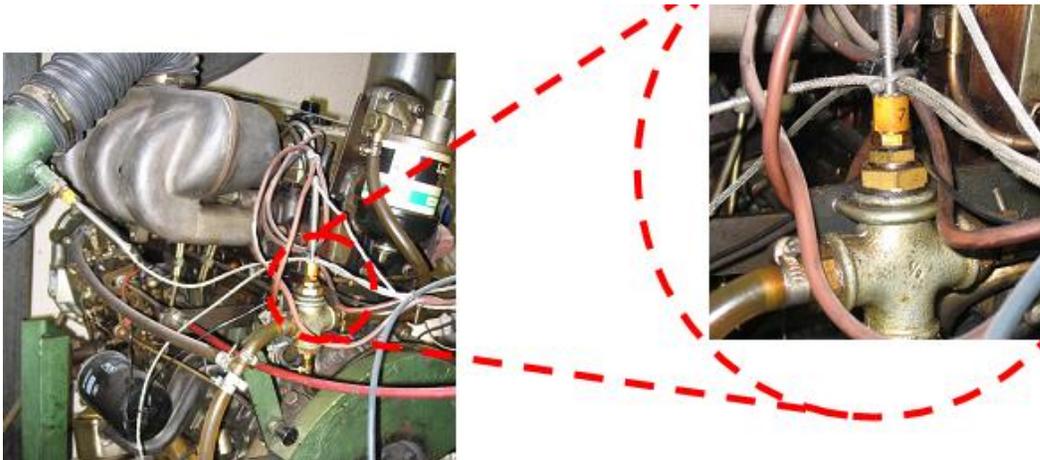
Los automóviles antiguos tenían una presión en el sistema de alimentación de entre 7 u 8 libras de presión y filtros de combustible plásticos, se le considera sistema de baja presión, para sistemas modernos se utiliza una presión entre 15 y 100 libras por pulgada cuadrada, el filtro de plástico es insuficiente ya que no resistiría la presión, por ello se utilizan actualmente los filtros metálicos.

Un sistema de inyección electrónica de 4 inyectores, para un motor de 1 600 centímetros cúbicos, por lo general trabaja con una presión de 2,5 a 3 bares. Esta presión es por lo general estándar, puede haber variaciones entre marcas, pero no son variaciones de presión elevadas.

### 3.2.5.2. Sensor de presión de combustible

El sensor de presión de combustible, está situado en la alimentación del combustible al motor.

Figura 38. **Sensor situado en la alimentación del combustible al motor**



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la fórmula SAE. p. 41.

### 3.2.5.3. Indicador de presión de combustible

El indicador de presión de combustible, es un instrumento de suma importancia, ya que monitoriza el estado del sistema de alimentación de gasolina al motor.

Si la presión de gasolina a la entrada del carburador está dentro del margen indicado por el fabricante, el suministro está asegurado y no hay problemas. Si la presión decrece, algo está fallando en el circuito (bomba de gasolina, filtros, tubos) y debe ser solucionado de inmediato, de lo contrario se corre el riesgo de que el motor se pare por falta de combustible.

Figura 39. **Indica la presión de la línea de combustible a la entrada del carburador**



Fuente: shop@aeroplans-blaus.com. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### **3.2.5.3.1. Parámetros de presión**

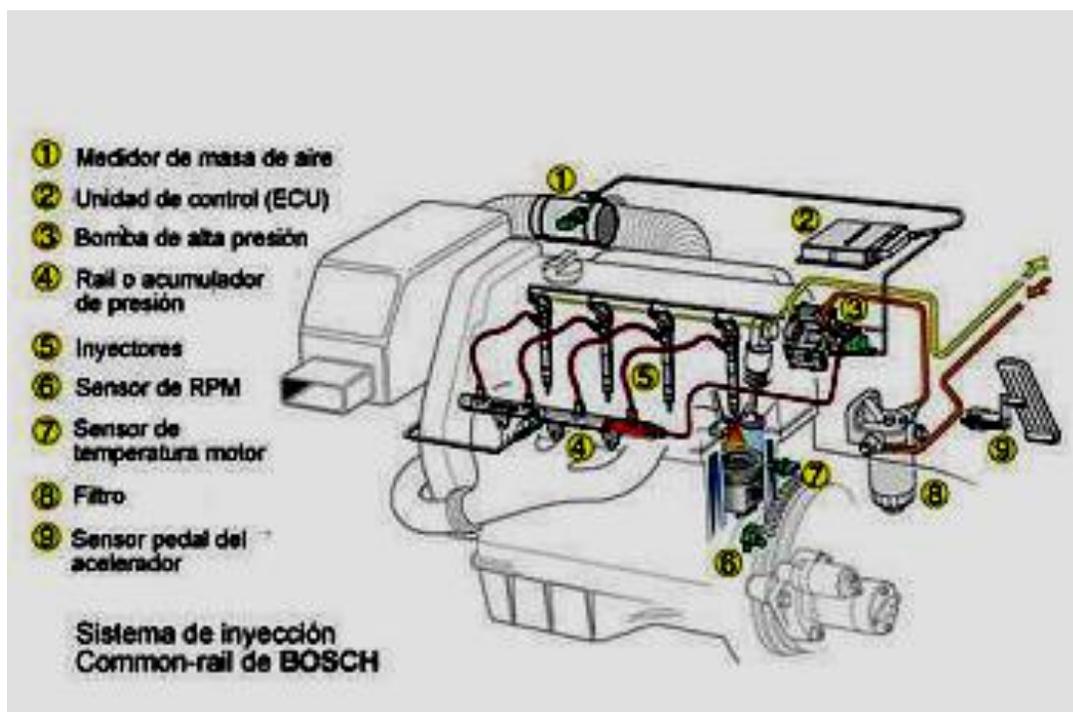
Los sistemas de inyección electrónica de combustible en general, trabajan por debajo de la presión máxima que entrega la bomba de combustible, es decir aproximadamente entre 2,8 bares (280 kilo Pascales) y 3,2 bares (320 kilo Pascales). En los automóviles antiguos, se tenía una presión en el sistema de alimentación de entre 7 u 8 libras de presión y filtros de combustible plásticos, se le considera sistema de baja presión, para sistemas modernos se utiliza una presión entre 15 y 100 libras por pulgada cuadrada, el filtro de plástico es insuficiente, ya que no resistiría la presión, por ello se utilizan actualmente los filtros metálicos.

La presión con que la bomba de combustible suministra al carburador debe hallarse entre límites definidos. Si la presión es alta, la mezcla resultará

demasiada rica, incrementando depósitos de carbón en las cámaras de combustión, en las válvulas y en los segmentos, así como el rápido desgaste de piezas en el motor. La presión debe comprobarse con un manómetro de baja presión, conectado de forma que compruebe tanto la presión estática como la de flujo, las presiones estáticas van desde 1,5 a 5 libras por pulgada cuadrada a las de carburante circulando, 25 por ciento más bajas.

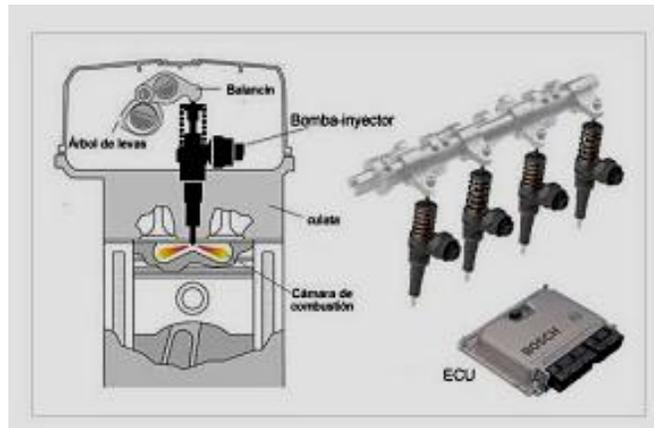
Si la presión es baja, aportará poca cantidad de combustible y el funcionamiento del motor será defectuoso, la mezcla aire combustible tenderá a empobrecerse en aceleración.

Figura 40. **Sistema de inyección**



Fuente: Diseño y construcción de un precalentador de combustible para motores diesel. p. 65

Figura 41. Sistema de inyección UIS



Fuente: <http://personales.ya.com/matproyec/bomba-inyec>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.3. Sistema de lubricación

La lubricación es un proceso mediante el cual se intercala un fluido en forma de película delgada entre piezas o elementos en movimiento, los cuales tienen superficies en contacto, generalmente metálicas. El lubricante que se emplea, es aceite mineral o sintético. Debe poseer propiedades adecuadas de densidad, viscosidad, demulsificantes, estanqueidad, punto de fluidez, punto de ignición, acidez y otros, las cuales son requeridas en función del tipo de motor y condiciones de funcionamiento del mismo.

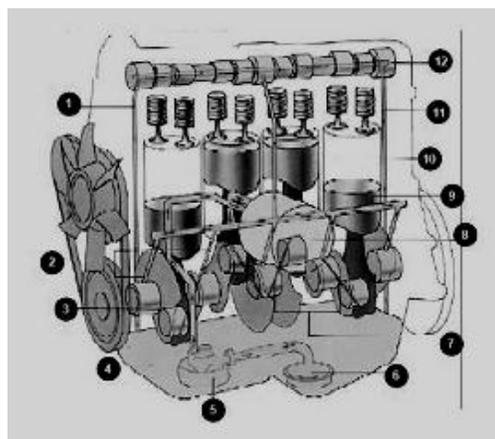
- Funciones:
  - Ayuda en la refrigeración del motor, ya que remueve el calor causado por las superficies en rozamiento.
  - Reduce el desgaste entre las superficies en contacto.

- Proporciona un buen sellado entre pistón y cilindro para evitar el escape de los gases de la combustión.
- Conserva el motor limpio de carbón y de cenizas, ya que los diluye (acción detergente) los mantiene en suspensión y luego son removidos al cambiar de aceite.
- Protege el motor contra la corrosión y el ataque de ácidos. Sirve para amortiguar el efecto de las cargas sobre los cojinetes en los sistemas de transmisión.

El sistema de lubricación del motor se le puede realizar de varios tipos:

- Salpicadura
- A presión forzada
- Por mezcla en el combustible

Figura 42. **Sistema de lubricación**

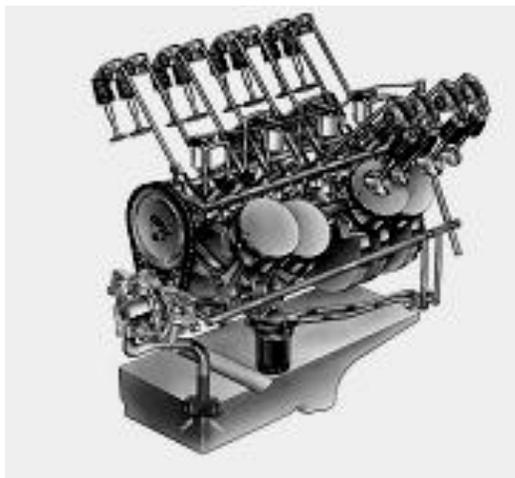


Fuente: [www.geocities.com/motorcity/alimentationsystem.html](http://www.geocities.com/motorcity/alimentationsystem.html). Consulta: 3 de marzo de 2012.

Identificación de elementos del sistema de lubricación, de la figura anterior:

1. Retorno del aceite al cárter
2. Conductos del aceite para los cojinetes
3. Cigüeñal
4. Aceite en el cárter
5. Bomba del aceite
6. Primer filtro de aceite (interno)
7. Canales de aceite para los muñones
8. Filtro de aceite
9. Conducto principal del aceite (en el bloque)
10. El aceite llega al árbol de levas
11. Retorno del aceite al cárter
12. Conducto de lubricación para el árbol de levas

Figura 43. **Sistema de lubricación**



Fuente: <http://www.automotriz.net/modelos/content/php>. Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.3.1. Bomba de aceite

La bomba de aceite aspira el lubricante que se encuentra en el cárter y se manda a presión a los diferentes puntos que hay que lubricar, a través de conductos y un filtro, que es uno de los elementos fundamentales dentro de la limpieza del aceite. Cada sitio a lubricar recibe la cantidad de aceite que le es indispensable. El caudal impulsado por la bomba depende del número de revoluciones del motor y de la carga que soporte.

Figura 44. Bomba de aceite



Fuente: Diseño y construcción de un panel de monitoreo de los parámetros de funcionamiento de un vehículo Chevrolet Forsa modelo 1998. P. 16

### 3.3.2. Presión de aceite

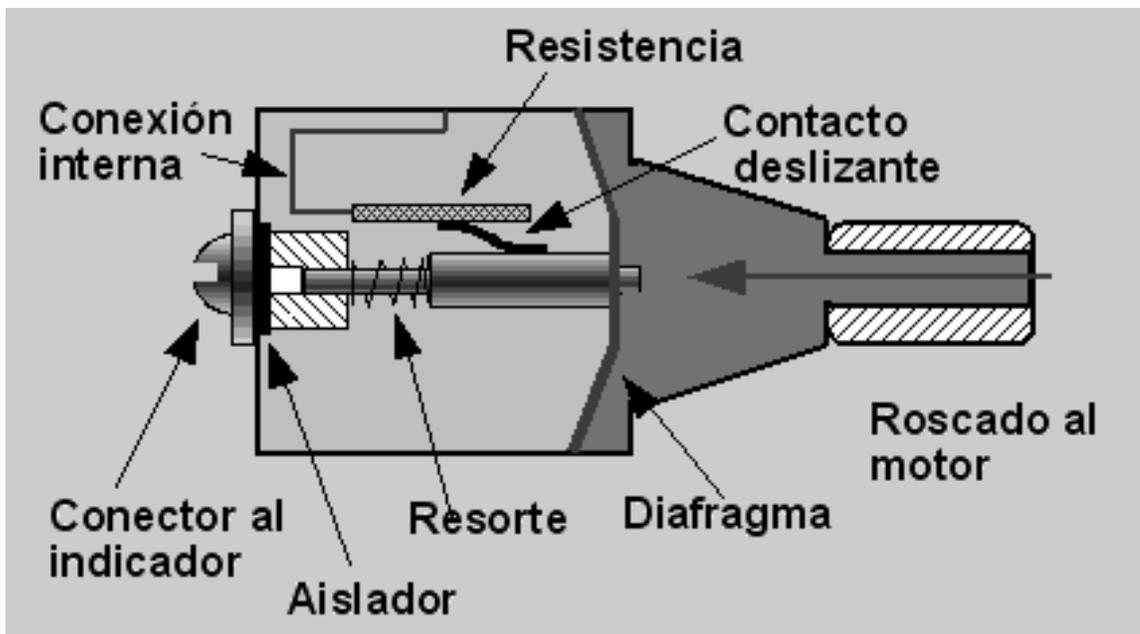
Con el motor caliente, la presión del aceite lubricante debe ser entre 300 - 350 kilo Pascales (45 - 50 libra por pulgada cuadrada). Si la presión baja de 200 kPa (30 lb/in) un circuito de protección del motor lo detiene automáticamente. La presión de aceite generada por la bomba mantendrá lubricadas todas las

partes móviles del motor, ayudando también con su baja temperatura y limpieza.

### 3.3.3. Sensor de presión de aceite

Este sensor se encarga de medir la presión de aceite. Cobra gran importancia, ya que de él depende la detección de un fallo en el sistema de lubricación que pueda dañar el motor.

Figura 45. Sensor de presión de aceite

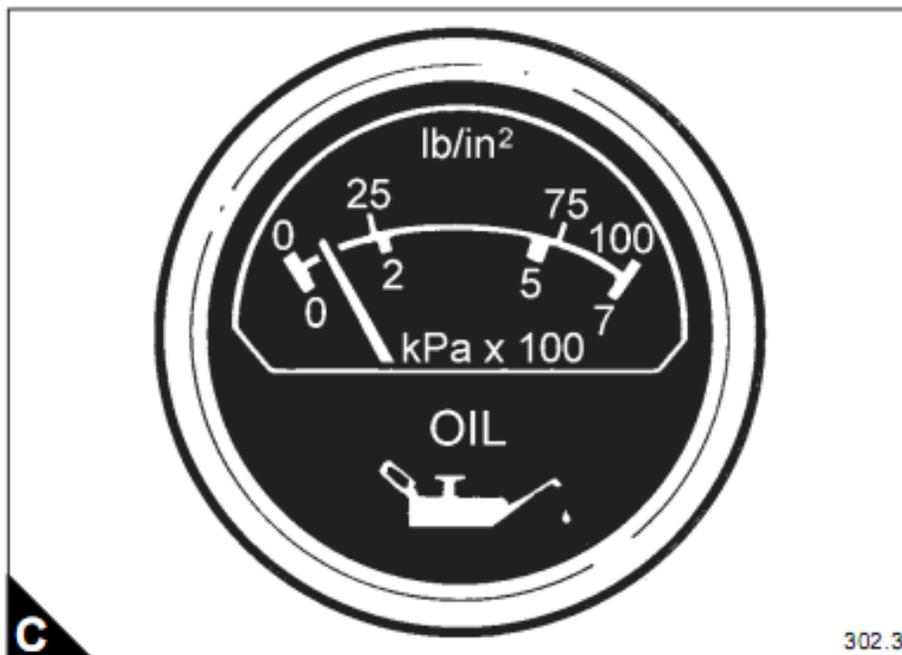


Fuente: [www.sabelotodo.org/automóvil/presióndeaceite](http://www.sabelotodo.org/automóvil/presióndeaceite). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.3.4. Indicador de presión de aceite

El indicador de presión, es de gran importancia dentro de un tablero de control ya que este permite mantener vigilada la presión bajo la que se encuentra trabajando el sistema de lubricación del motor.

Figura 46. Indicador de presión de aceite



Fuente: Perkins Serie 4000 Motores diesel en V Serie 4012 y 4016 manual del usuario, motores turbo diesel de 12 y 16 cilindros. P. 25.

### 3.3.5. Temperatura de aceite

Las elevadas temperaturas que alcanzan ciertos elementos del motor, pese al sistema de refrigeración, exige que el aceite no pierda sus propiedades lubricantes en estas condiciones de trabajo.

- Temperatura del aceite del motor

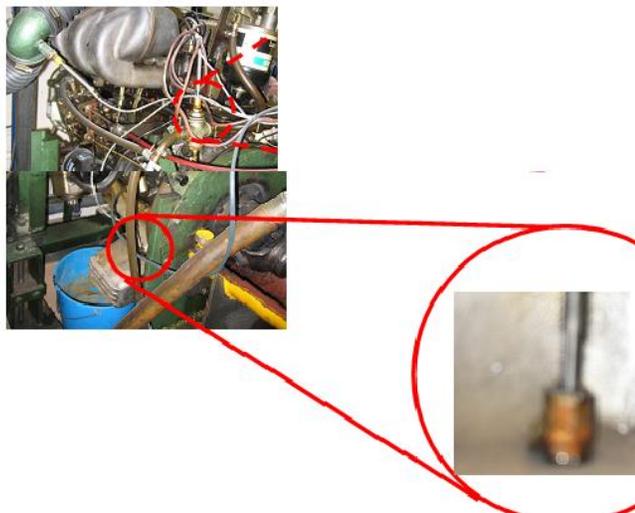
La temperatura del aceite lubricante debe estar entre 80 a 90 grados centígrados (176 a 194 grados Fahrenheit) con el motor caliente.

La temperatura es un parámetro que al estar bien controlado evitará causar daños fatales en un motor. La temperatura ideal de funcionamiento se encuentra entre los 70 y 90 grados centígrados, la misma que se muestra al tablero de instrumentos.

### 3.3.6. Sensor de temperatura de aceite

Está situado en el cárter del motor, y su función es captar y medir la temperatura del aceite.

Figura 47. **Sensor situado en el cárter del motor**

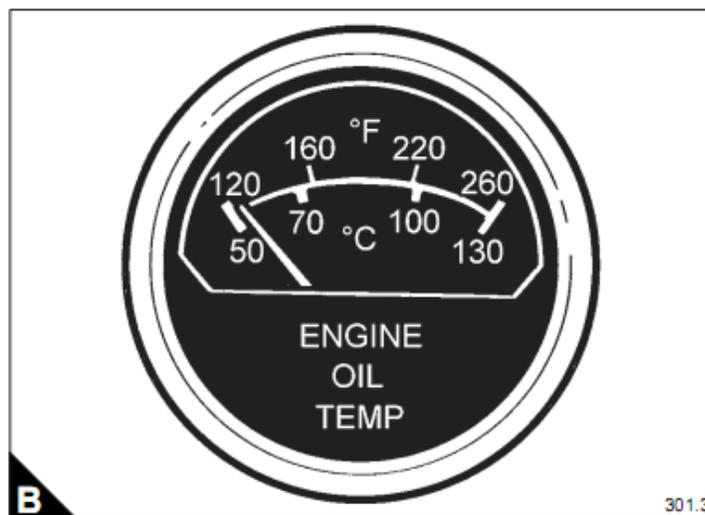


Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la Fórmula SAE.  
p. 41.

### 3.3.7. Indicador de temperatura de aceite

Este se sitúa en el panel de instrumentos y recibe la señal captada por el sensor para indicar la lectura de la temperatura.

Figura 48. Indicador de temperatura de aceite



Fuente: Perkins Serie 4000 Motores diesel en V Serie 4012 y 4016 manual del usuario, motores turbo diesel de 12 y 16 cilindros. P. 34

### 3.4. Sistema de enfriamiento

La temperatura es un parámetro que afecta de manera importante el funcionamiento de los motores de combustión interna modernos. En algunas partes del motor se tienen temperaturas mayores de 1 000 grados centígrados (cámara de combustión), en algunos casos los gases de escape salen a 550 grados centígrados. En un motor más de la tercera parte de energía que se le suministra, a través del combustible se pierde en forma de calor.

El sistema de enfriamiento, es el que se encarga de que los diferentes componentes del motor se mantengan en temperaturas seguras y así evitar que el motor sufra desgastes prematuros o daños importantes y lograr con ello su máximo rendimiento.

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.

- Objetivo del sistema de enfriamiento
  - 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 objetivos, el sistema cuenta con el refrigerante que es la sustancia encargada de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente, y debe tener 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 evitando la formación de hielo al bajar la temperatura ambiente, esto se logra al cambiar el punto de congelación de la sustancia refrigerante.

Evitar la corrosión, tener una gran capacidad para intercambiar calor, en motores pequeños (como en el caso de algunas motocicletas) o en condiciones muy específicas.

Generalmente, el aire es llevado al exterior del cilindro, el cual cuenta con una serie de aletas para mejorar la transferencia de calor, en otras ocasiones el aire es utilizado además para enfriar un radiador por el cual circula el aceite lubricante y es éste el que realmente enfría al motor.

Estos sistemas son muy confiables, ya que no presentan fugas de la sustancia refrigerante, pero no son tan eficientes como los que utilizan una sustancia líquida, además de que proporcionan un mejor control de la temperatura en los cilindros y la cámara de combustión.

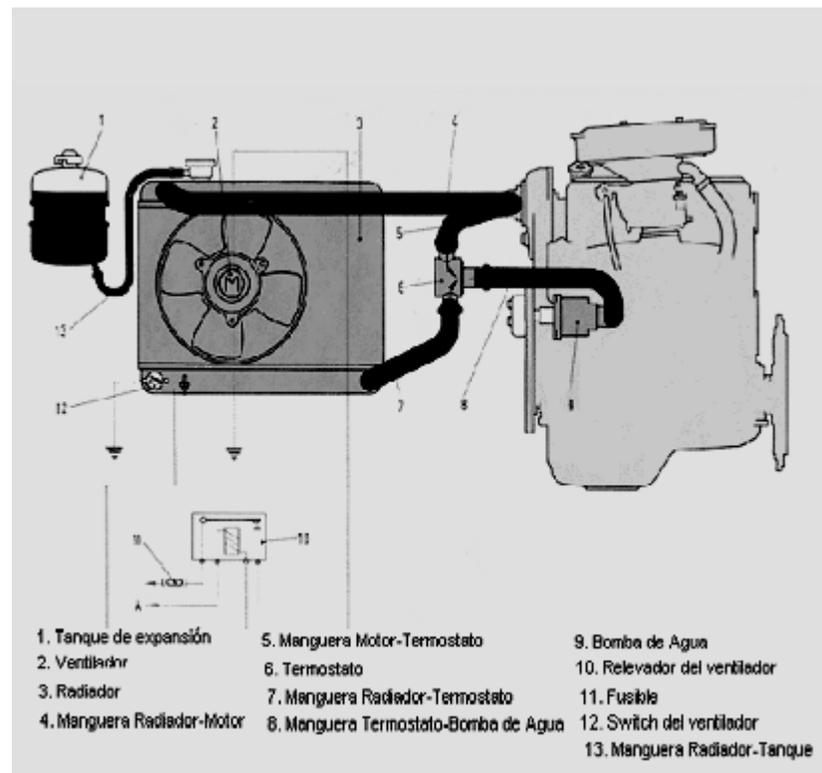
- Partes del sistema de enfriamiento por líquido

Al sistema de enfriamiento por líquido lo forman:

1. Tanque de expansión
2. Ventilador
3. Radiador
4. Manguera radiador-motor
5. Manguera motor-termostato
6. Termostato
7. Manguera radiador-termostato

8. Manguera termostato-bomba de agua
9. Bomba de agua
10. Relevador del ventilador
11. Fusible
12. *Switch* del ventilador
13. Manguera radiador-tanque

Figura 49. **Sistema de enfriamiento por líquido**



Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. p. 6.

La 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 las mangueras, retorna hacia el motor para volver a iniciar el ciclo.

El refrigerante 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, del cilindro a través de las camisas. Este líquido es impulsado por la bomba de agua y enviado hacia el radiador, pasando por el termostato concluyendo así el ciclo.

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.

Sistema de ventilación de la sala. Debe evitar el sobrecalentamiento del local por la radiación de calor del motor. Se efectúa mediante ventiladores axiales o centrífugos de impulsión y extracción. Cuando el banco se instala en una habitación o cámara cerrada y aislada se habla de una celda o cabina de ensayo de motores. En este caso existe un pupitre de instrumentos en el exterior de la celda con los órganos de puesta en marcha y de gobierno del motor y freno, así como los instrumentos de control y registro.

#### **3.4.1. Radiador**

El radiador tiene la función de ceder al aire, el calor que ha sustraído al motor, el agua de refrigeración. Está constituido por una caja superior e inferior,

entre una y otra está dispuesto el panel. En la caja superior de agua va fijado el tubo de entrada y en la de abajo el de salida así como el grifo de vaciado.

Figura 50. **Radiador**



Fuente: Construcción de un módulo de pruebas de un motor Nissan 1200 para pruebas de metrología automotriz. p. 4.

### **3.4.2. Ventilador**

El ventilador tiene la misión de hacer pasar por el radiador, la cantidad de aire suficiente para la refrigeración cuando no basta el viento de la marcha. En motores actuales se usa un ventilador de conexión automática.

Figura 51. **Ventilador**



Fuente: Construcción de un módulo de pruebas de un motor Nissan 1200 para pruebas de metrología automotriz.. p157.

### **3.4.3. Indicador de temperatura**

Temperatura del motor

En todo motor de combustión interna, la temperatura de trabajo oscila entre 85 y 95 grados centígrados, con lo que se garantiza un rendimiento óptimo.

Figura 52. **Indicadores de temperatura del motor**

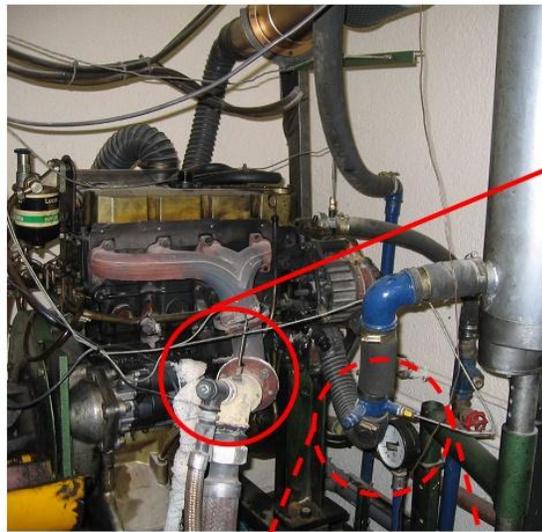


Fuente: [www.indicadordetemperaturadelmotor.es](http://www.indicadordetemperaturadelmotor.es). Consulta: 3 de marzo de 2012.

### 3.4.3.1. Sensor de temperatura

Este sensor se encuentra situado en la entrada de agua de refrigeración, y su finalidad es medir la temperatura del agua.

Figura 53. Sensor de temperatura del agua



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la Fórmula SAE.

### **3.4.3.2. Rangos de temperatura**

#### Temperatura del motor

En todo motor de combustión interna, la temperatura de trabajo oscila entre 85 y 95 grados centígrados, con lo que se garantiza un rendimiento óptimo. Temperatura del agua del motor.

La temperatura durante el funcionamiento normal debe ser entre 65 y 85 grados centígrados (149 y 185 grados Fahrenheit).

Si la temperatura supera los 93 grados centígrados (200 grados Fahrenheit), el interruptor de protección del motor lo detendrá automáticamente.

### **3.4.3.3. Ajustes**

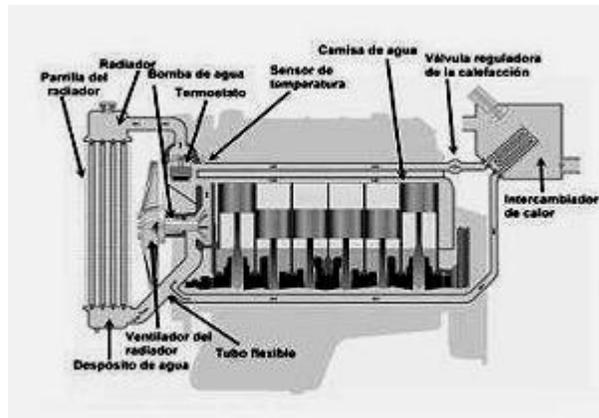
Generalmente los sistemas de refrigeración no necesitan ser ajustados ya que cuando existe una alta temperatura, se debe a que el termostato que regula el flujo del refrigerante que circula, se queda en la posición cerrado y el problema se corrige con el reemplazo de este.

Antes de ser encendido el motor, se deberá inspeccionar el sistema de refrigeración, mediante la inexistencia de fugas de líquido refrigerante y agua en el bloque, radiador, mangueras, acoples, bomba de agua, culata, y que su nivel se encuentre entre los límites máximo y mínimo entre otros.

- Nivel del líquido refrigerante

Cuando el motor no ha sido encendido, es decir, cuando está frío, el nivel de líquido refrigerante debe situarse entre las marcas mini y maxi indicadas en el vaso de expansión.

Figura 54. Diagrama del sistema



Fuente: <http://webdelautomovil.com/sistema-de-refrigeracion>. Consulta: 3 de marzo de 2012.



## 4. PRESIÓN MEDIA EFECTIVA (PME)

La presión media efectiva, es el promedio de todas las presiones que se dan dentro del cilindro, siendo otro de los 3 factores que permiten obtener una potencia mayor, y en caso el más importante desde el punto de vista práctico.

El principio de funcionamiento de los motores de combustión interna, consiste en transformar el calor liberado por la combustión en trabajo.

La virtud de un motor en convertir cierta cantidad de calor en trabajo aumenta a medida que se eleva el índice de compresión, durante el ciclo de combustión el gas ejerce sobre las paredes del cilindro que lo rodean una determinada presión, la que naturalmente afecta también al pistón y es tanto mayor cuando más alta es la relación de compresión y cuando más grande es la cantidad de mezcla aspirada.

Pero siendo que esta presión no es uniforme, sino que alcanza su punto máximo cuando el pistón ha recorrido aproximadamente la quinta parte de su carrera descendente, se utiliza la expresión Presión Media Efectiva (PME) como sinónimo del promedio de todas las presiones.

La presión así engendrada hace que el pistón se desplace hacia abajo y produzca, a través de la biela, una determinada fuerza en el muñón del cigüeñal, que no es otra cosa que un brazo de palanca. Este momento de torsión, torque o par, es tanto mayor cuando más elevada sea dicha presión, convirtiéndose en movimiento giratorio y, por lo tanto, en trabajo útil y aprovechable.

#### 4.1. Potencia desarrollada

Es la fuerza que ejercen los gases producto de la combustión sobre el pistón, multiplicada por la carrera del pistón en el tiempo de trabajo. Esta potencia no es transferida totalmente hacia el cigüeñal, debido a que existen pérdidas de calor, rozamiento, vibraciones, entre otros, que reducen la potencia.

En el motor se tienen 3 diferentes tipos de potencia:

- Potencia indicada: es la potencia desarrollada por el fluido de trabajo dentro del cilindro y se la calcula con ayuda del diagrama indicado del motor. Potencia efectiva y par motor: estos se obtienen de las pruebas de banco con ayuda de un freno.
  - Par motor: es la fuerza que empuja al pistón y que hace girar el codo del cigüeñal mediante el mecanismo biela-manivela, es decir el torque que produce el movimiento de rotación.
  - Potencia efectiva: se obtiene al multiplicar el par motor por la velocidad de rotación, también es conocida como potencia al freno, debido a que es obtenida mediante la aplicación de un freno al motor.
  - Potencia absorbida: esta se obtiene de la diferencia entre la potencia indicada y la potencia al freno. Esta es la utilizada para vencer el rozamiento de los elementos que conforman el motor (pistones, cigüeñal, cojinetes) y también para mover elementos complementarios del motor como son la bomba de agua, bomba de aceite, alternador, etc.

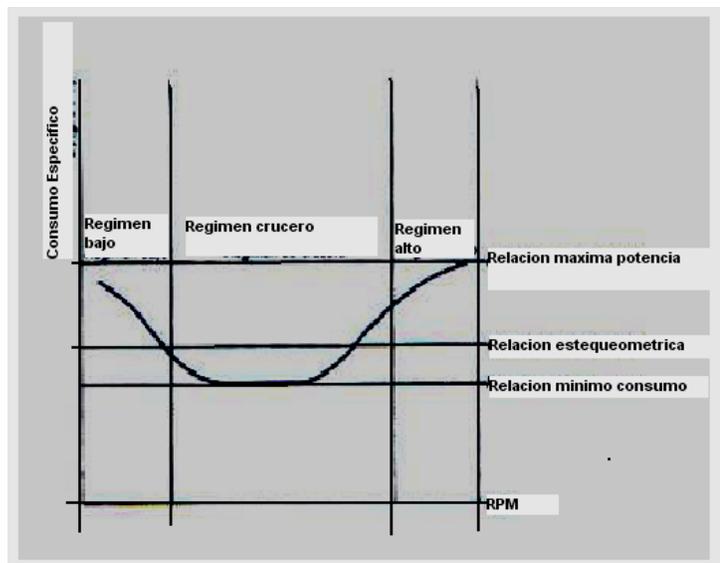
#### 4.1.1. Consumo específico de combustible

El consumo de combustible para producir la potencia, se comporta en el motor de gasolina como se muestra en la curva, puede apreciarse que hay un punto con el consumo de combustible mínimo, y un relativo ancho rango donde se mantiene muy próximo al mínimo, cambiando drásticamente al alza, para las bajas velocidades y especialmente para las altas.

De este comportamiento se desprende, que si quiere ahorrarse gasolina, deben evitarse las altas velocidades.

Los motores diesel tienen su punto de menor consumo específico a velocidades de rotación más altas, por lo que en este caso, lo más conveniente, es utilizarlo cerca de la potencia máxima.

Figura 55. Consumo específico versus revoluciones por minuto



Fuente: Dimensionamiento de un banco para pruebas de motores a diesel.

- Consumo específico

Es la cantidad de combustible consumido por cada unidad de trabajo desarrollado por el motor.

Teóricamente el consumo específico debería ser igual a cualquier número de revoluciones de rotación, siendo independiente de la cilindrada del motor, pero en la práctica no es así, sino que la riqueza de la mezcla varía según las necesidades del motor.

A velocidades de giro medias o velocidad de crucero, la riqueza de la mezcla se puede reducir por debajo de la relación estequiométrica, ya que el motor trabaja en buenas condiciones con esfuerzos moderados, por tanto el consumo específico disminuye.

En los motores diesel, como trabajan con exceso de aire, el trabajo efectuado varía con el combustible inyectado y la curva de consumo tiene pocas variaciones.

#### **4.1.2. RPM máximas**

Las revoluciones por minuto, es decir, el número de vueltas que da el cigüeñal por cada minuto. Su cifra en comparación con la potencia máxima, es importante porque cuando la potencia se consigue a bajo régimen, el motor proporciona un empuje mayor a bajas velocidades. Es lo que ocurre tradicionalmente con los motores diesel, que su potencia máxima suele conseguirse a unas 4 000 revoluciones por minuto o menos, mientras que en los de gasolina, las cifras habituales están entre 5 000 y 6 000 revoluciones por minuto, aunque algunos motores pueden llegar a tener valores superiores. Es

importante destacar que la culpa, entre comillas, de esta situación la tiene el par motor, puesto que la potencia está directamente relacionada con el par. Por ello lo mejor es ver la definición de par motor y revoluciones por minuto a par máximo.

#### **4.1.3. RPM mínimas**

La importancia del tacómetro que tiene el control de las revoluciones por minuto a las que se encuentra girando el motor, para evitar el excesivo consumo de combustible de acuerdo a la carga que se encuentre al motor.

Una vez calibrado el instrumento de medición, el motor del vehículo debe estar en la temperatura normal de operación 70 y 90 grados centígrados y a las revoluciones de ralentí entre 750 a 850 revoluciones por minuto.

#### **4.1.4. Ajuste de rpm**

El circuito de ralentí es fácil de ajustar, porque hay un tornillo colocado cerca de la base del carburador. Con el motor a temperatura de funcionamiento, se establece el régimen de ralentí alrededor de 700 revoluciones por minuto, y de ahí girando lentamente el tornillo hasta que el motor alcance su máxima velocidad de ralentí.

- Puesta a punto del carburador

Es esencial para el buen funcionamiento del mismo, a causa de las muchas variantes en mandos, constitución y dispositivos que pueden utilizar los diferentes carburadores, el número y la clase de reglajes difieren considerablemente. Los procedimientos y especificaciones aplicables a cada

carburador, deberán buscarse en el correspondiente manual de taller del fabricante. Los ajustes del ralentí, del estrangulador y del flotador son comunes a todos los carburadores.

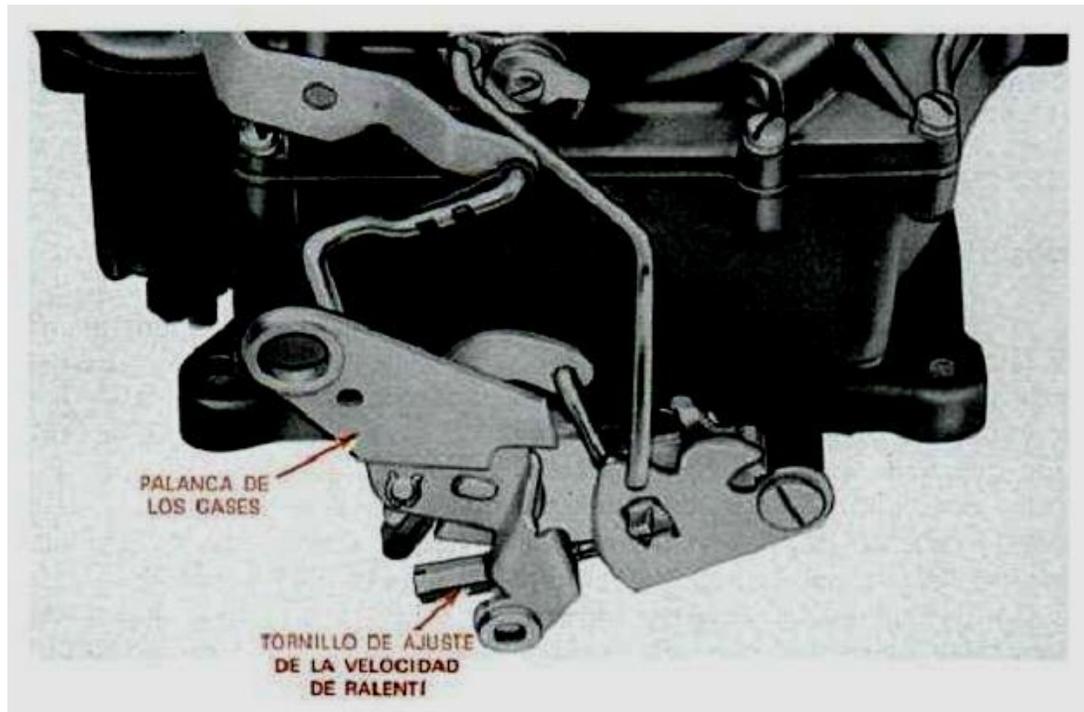
- Reglajes de la velocidad y de la mezcla de ralentí

Los reglajes de la velocidad y de la mezcla de ralentí, son los más comunes. Para efectuar estas operaciones se recomienda utilizar un tacómetro y un vacuómetro. El motor deberá estar funcionando a su temperatura normal.

- Reglaje de la velocidad de ralentí

Mediante el ajuste del tornillo limitador de la mariposa, por lo menos 2 veces cada vez que se ponga a punto un carburador: antes y después del ajuste de la mezcla de aire y gasolina para ralentí. En el caso de vehículos dotados de cambio automático, es necesario tener especial cuidado en seguir las normas del fabricante, ya que de lo contrario el vehículo podría deslizarse. El régimen de ralentí suele estar comprendido entre 450 y 500 revoluciones por minuto, ocurre a veces que en vehículos dotados de aire acondicionado, la velocidad de ralentí debe ajustarse con dicha instalación en funcionamiento. En la figura 38, se indica la posición del tornillo de ajuste de ralentí de un carburador tipo corriente.

Figura 56. **Reglaje de la velocidad de ralentí**

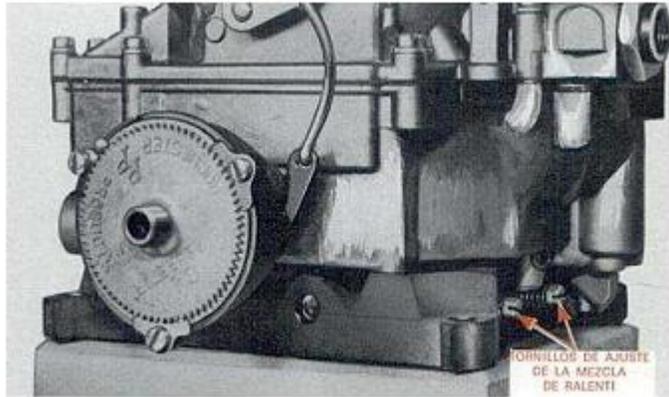


Fuente: BILLIET, Walter. Entrenimiento y reparación de motores de automóvil. p. 64.

- **Reglaje de la mezcla de ralentí**

En los carburadores doble o cuádruple, se realiza primero en una de las secciones, y a continuación en la otra, de la misma forma que en los carburadores de un solo cuerpo. Ambos tornillos de mezcla deben girarse hacia fuera la misma cantidad. Después, se vuelve a ajustar la velocidad de ralentí según lo especificado. El carburador cuenta con un sistema de control de emisiones, un limitador en el tornillo de mezcla cuyo objetivo es impedir el ajuste hasta un punto en que afecte a las emisiones del motor. En la figura 39, se representan los tornillos de ajuste de mezcla de aire y combustible para el ralentí.

Figura 57. **Tornillos de ajuste de la mezcla de ralentí**

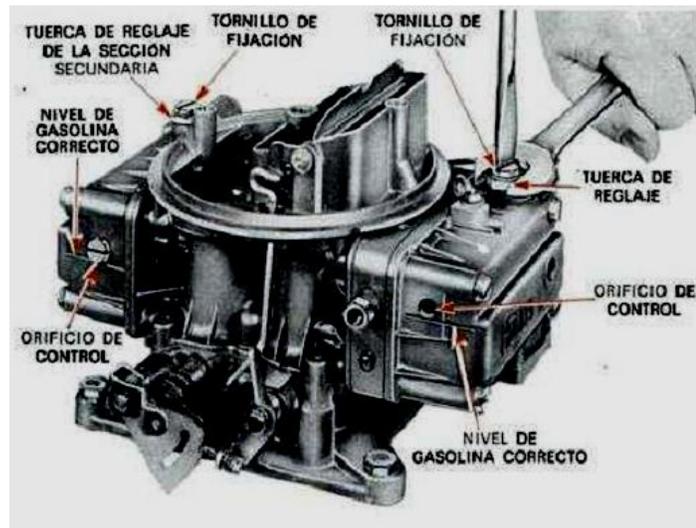


Fuente: BILLIET, Walter. Entrenimiento y reparación de motores de automóvil. p. 465.

- **Reglaje de la altura del flotador.**

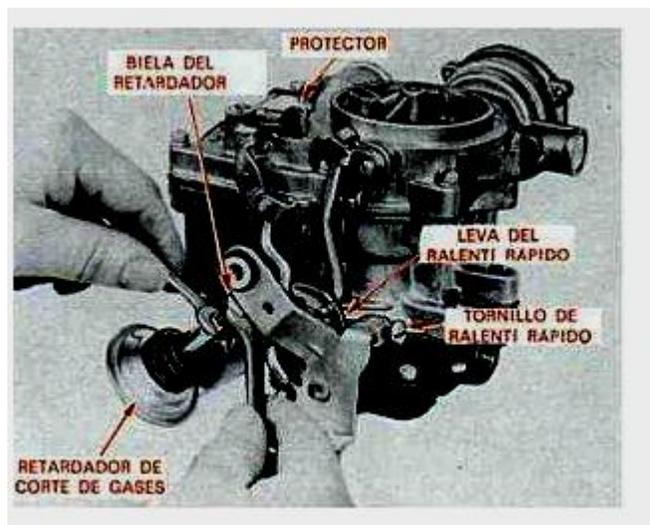
Suelen seguirse diferentes especificaciones para establecer la altura adecuada del flotador, según las normas del fabricante, dada su importancia, puesto que de ello depende la composición del aire carburado. En ciertos carburadores, es preciso que la distancia entre el borde de la cuba y la superficie de la gasolina tenga un valor determinado. Para hacer esta comprobación se hace funcionar el motor durante algunos minutos y después se retira la tapa de la cuba y se verifica el nivel de la gasolina, otros en cambio cuentan con un orificio que permite la comprobación visual del nivel de gasolina. Es necesario que el vehículo se coloque en una superficie horizontal con el motor en ralentí. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 58. **Carburador dotado de orificio en la cuba para reglaje de la altura del flotador**



Fuente: BILLIET, Walter. Entrenimiento y reparación de motores de automóvil. p. 474.

Figura 59. **Retardador de corte de gases**



Fuente: BILLIET, Walter. Entrenimiento y reparación de motores de automóvil. p. 478.

- Ajustes sistema de inyección

Herramientas especiales, verificadores y medios auxiliares necesarios:

- Verificador de encendido V.A.G 1367
- Adaptador VW 1324
- Llave con mango en T 3231

Condiciones de verificación y ajuste:

- Temperatura del aceite, mínimo 60 grados centígrados
  - Cable de mando del acelerador de arranque en frío, sin traccionar.
  - Consumidores eléctricos, desconectados.
- Ajuste básico del caudal residual

El tornillo de ajuste del caudal residual flecha, normalmente no debe modificarse.

Con este tornillo, el fabricante regula el denominado caudal residual en el banco de pruebas de bombas.

Si hubiera sido modificada la posición del tornillo, se pueden dar las siguientes anomalías:

- Tornillo enroscado = excesivo caudal residual.

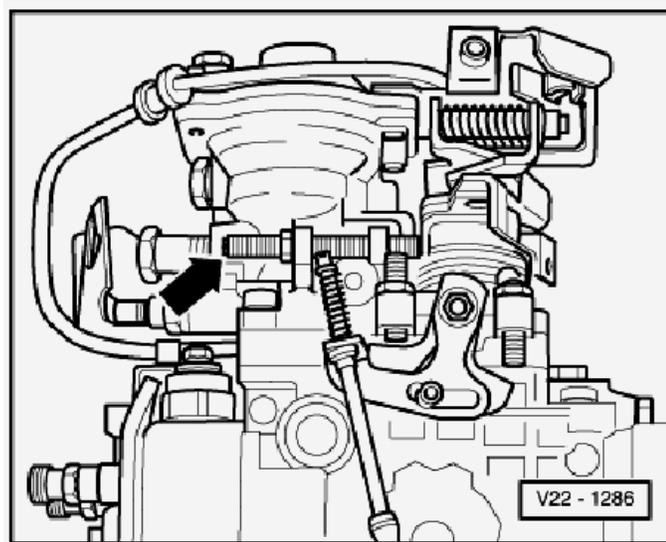
En este caso, se incrementa el régimen y no es posible ajustar el ralentí.

- Tornillo desenroscado (recorrido en vacío de la palanca de mando) = caudal residual insuficiente.

Se producen fallos durante la marcha, por ejemplo el bache al ponerse en marcha y al acelerar a partir de un régimen bajo, así como tirones en todas las marchas.

Si se observa cualquiera de estas anomalías, proceder al siguiente ajuste básico con el tornillo de ajuste del caudal residual. Retirar la contratuerca del tornillo de ajuste (flecha)

Figura 60. **Tornillo de ajuste**



Fuente: [www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar](http://www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar). Consulta: 3 de marzo de 2012.

- Caudal residual insuficiente: (fallos en el comportamiento de marcha), enroscar el tornillo de ajuste hasta que el régimen de ralentí comience a aumentar.

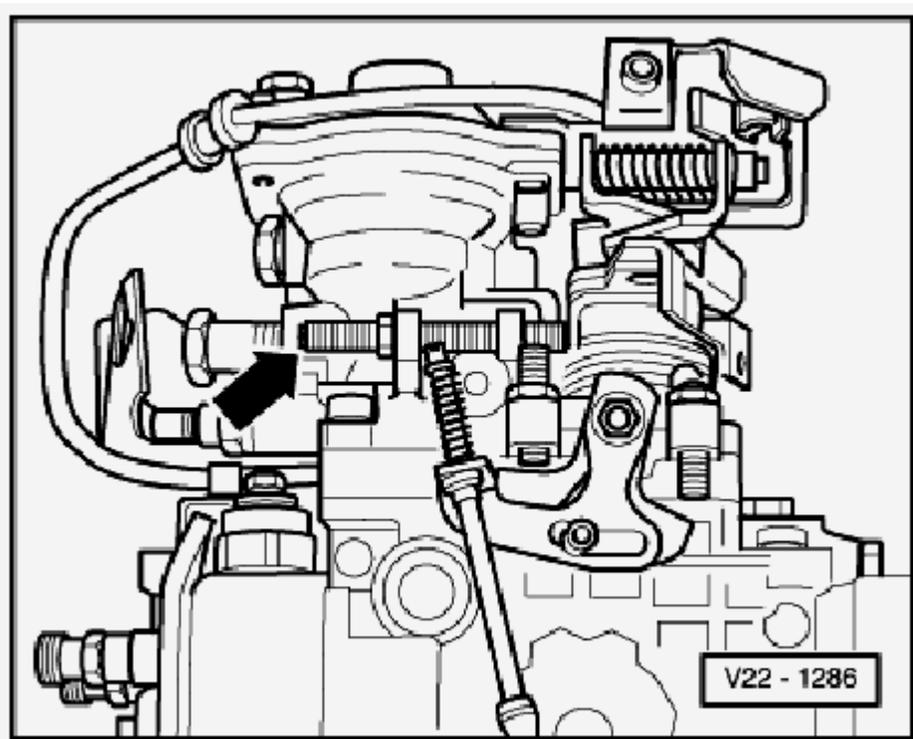
En ese instante, desenroscar el tornillo de ajuste media vuelta.

- Caudal residual excesivo: (régimen demasiado alto) desenroscar el tornillo de ajuste hasta que se establezca el régimen. Enroscar de nuevo el tornillo de ajuste hasta que el régimen de ralentí comience a aumentar.

En ese instante desenroscar el tornillo de ajuste media vuelta.

Apretar la contratuerca del tornillo de ajuste.

Figura 61. **Contratuerca del tornillo de ajuste**



Fuente: [www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar](http://www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar). Consulta: 3 de marzo de 2012.

- Régimen de ralentí

El número de revoluciones puede medir con el comprobador de encendido V.A.G 1367, a través del transmisor de PMS o a través del adaptador VW 1324.

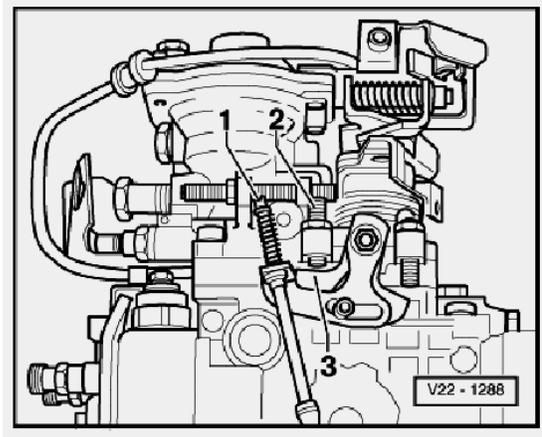
El ajuste se realiza girando el tornillo de ajuste del régimen de ralentí -1-. De la figura Valor teórico:  $900 \pm 30$  por minuto.

Nota:

Si girando la palanca de ajuste -1- de la figura no puede ajustarse el régimen de ralentí por debajo de 930/min por hacer tope la palanca de mando -3- de la figura en el tornillo de tope -2- de la figura debe procederse de la siguiente forma:

- Soltar la contratuerca del tornillo de tope -2- de la figura para el ralentí inferior y desenroscarlo.
- Ajustar con la palanca -1- el régimen de ralentí a 900 por minuto.
- Enroscar el tornillo de tope -2- hasta la palanca de mando -3- y apretar la contratuerca.

Figura 62. **Ralentí**



Fuente: [www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar](http://www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar). Consulta: 3 de marzo de 2012.

- Elevación del régimen de ralentí

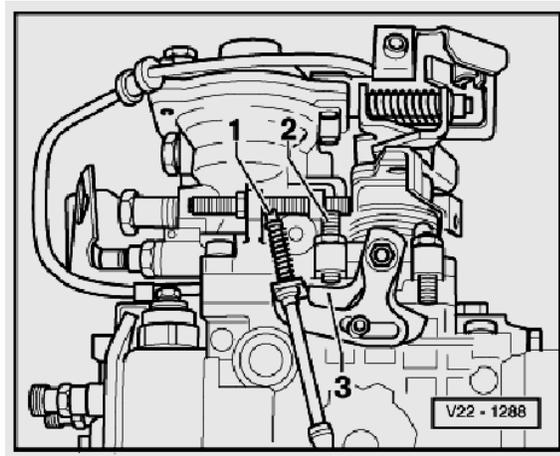
Tirando del cable de mando del acelerador de arranque en frío hasta la primera fase, el régimen se incrementa en aproximadamente 60 por minuto con el cable totalmente traccionado el régimen, debe aumentar hasta  $1\ 050 \pm 50$  por minuto.

En caso de diferir la elevación del régimen del valor teórico de  $1\ 050 \pm 50$ , estando el cable de mando del acelerador de arranque en frío totalmente traccionado, actuar como sigue:

Soltar la contratuerca del tornillo de tope (flecha) y, con el cable KSB totalmente extraído, ajustar a 1 050 por minuto el ralentí aumentado girando el tornillo de tope.

Apretar la contratuerca del tornillo de tope.

Figura 63. **Elevación del régimen de ralentí**



Fuente: [www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar](http://www.talleresmecanica.com/regimen/ajustar). Consulta: 3 de marzo de 2012.

#### **4.1.5. Composición de gases de escape**

Los gases emitidos por un motor de combustión interna de gasolina, son principalmente de 2 tipos: inofensivos y contaminantes. Los primeros están formados, fundamentalmente, por nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno. Los segundos o contaminantes están formados, fundamentalmente, por el monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y plomo.

- Inofensivos

El nitrógeno es un gas inerte que se encuentra presente en el aire que se respira, en una concentración del 79 por ciento. Debido a las altas temperaturas existentes en el motor, el nitrógeno se oxida formando pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno, aunque sea un gas inerte a temperatura ambiente.

El oxígeno es uno de los elementos indispensables para la combustión y se encuentra presente en el aire en una concentración del 21 por ciento. Si su mezcla es demasiado rica o demasiado pobre, el oxígeno no podrá oxidar todos los enlaces de hidrocarburos, y será expulsado con el resto de los gases de escape.

El vapor de agua se produce como consecuencia de la combustión, mediante la oxidación del Hidrógeno, y se libera junto con los gases de escape.

El dióxido de carbono producido por la combustión completa del carbono no resulta nocivo para los seres vivos y constituye una fuente de alimentación para las plantas verdes, gracias a la fotosíntesis. Se produce como consecuencia lógica de la combustión, es decir, cuanto mayor es su concentración, mejor es la combustión. Sin embargo, un incremento desmesurado de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, puede producir variaciones climáticas a gran escala (el llamado efecto invernadero).

- Contaminantes

El monóxido de carbono, en concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina, molécula encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones a las células del organismo, en carboxihemoglobina, incapaz de cumplir esa función. Por eso, concentraciones superiores de CO al 0,3 por ciento en volumen resultan mortales.

La falta de oxígeno en la combustión hace que ésta no se produzca completamente y se forme monóxido de carbono en lugar de dióxido de

carbono. En un vehículo, la aparición de mayores concentraciones en el escape de CO indica la existencia de una mezcla inicial rica o falta de oxígeno.

Los hidrocarburos, dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El benceno, por ejemplo, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas. El benceno es uno de los múltiples causantes de cáncer. Su presencia se debe a los componentes incombustibles de la mezcla o a las reacciones intermedias del proceso de combustión, las cuales son también responsables de la producción de aldehídos y fenoles.

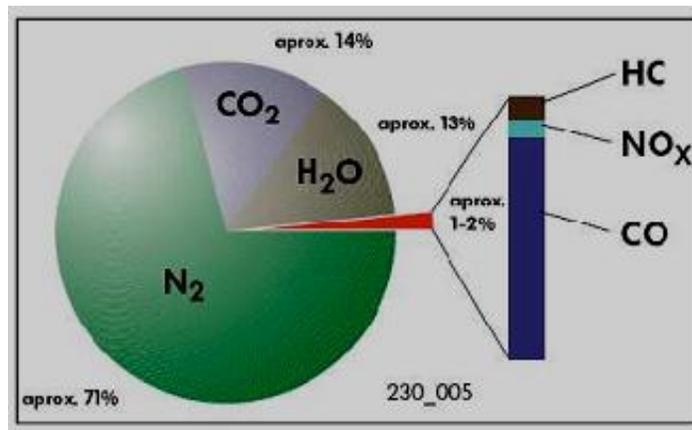
La presencia simultánea de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, rayos ultravioleta y la estratificación atmosférica, conduce a la formación del *smog* foto químico, de consecuencias muy graves para la salud de los seres vivos.

Los óxidos de nitrógeno no sólo irritan la mucosa, sino que en combinación con los hidrocarburos contenidos en el *smog* y con la humedad del aire, producen ácidos nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida y contaminan grandes áreas, algunas veces situadas a cientos de kilómetros del lugar de origen de la contaminación.

El plomo es el metal más peligroso, contenido en los aditivos del combustible. Inhalado puede provocar la formación de coágulos o trombos en la sangre, de gravísimas consecuencias patológicas. Se encuentra presente en las gasolinas en forma de tetra etilo de plomo y se utiliza en su producción para elevar su índice de octano y, también, en motorizaciones antiguas como lubricante de los asientos de válvulas. En las gasolinas sin plomo se ha

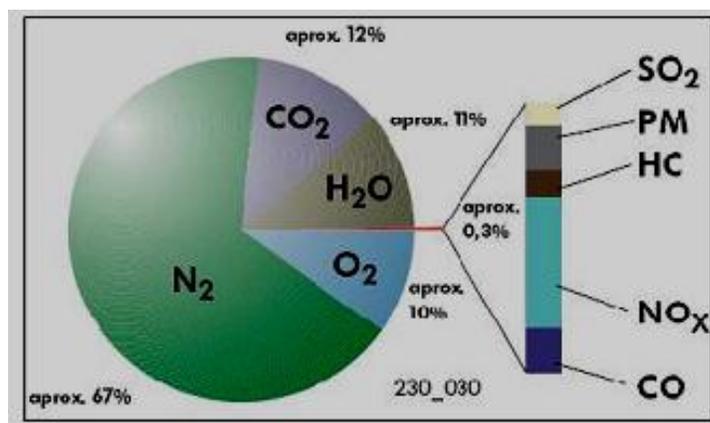
sustituido este metal por otros componentes menos contaminantes que también proporcionan un alto índice de octano.

Figura 64. **Composición de los gases de escape en motores a gasolina**



Fuente: Diseño y construcción de un precalentador de combustible para motores diesel. p. 70.

### Composición de los gases de escape en motores diesel



Fuente: Diseño y construcción de un precalentador de combustible para motores diesel. p. 70.

#### 4.1.6. Sensor de gases de escape

El segundo de los colectores, está situado después de los colectores de escape, tras la brida que une los colectores de escape a un tubo flexible de salida de gases de escape.

La función de este sensor, es medir la temperatura de los gases de escape.

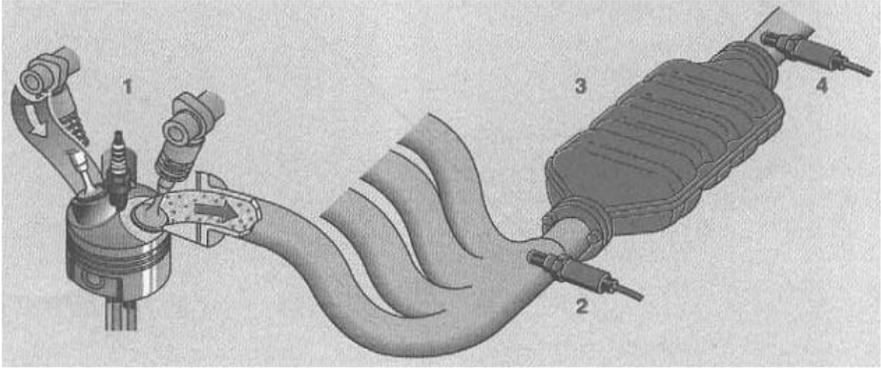
Figura 65. **Sensor situado tras los colectores de escape para medir la temperatura de los gases del escape**



Fuente: Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la Fórmula SAE.

p. 39.

Figura 66. **Catalizador, tramo del sistema de escape. 1. Salida del Colector; 2 y 4. Sonda Lambda; 3.**



Fuente: ARIAS PAZ, Mario. Manual del Automóvil. p. 352.

## **5. BENEFICIOS DEL PROYECTO**

Un banco de pruebas se relaciona directamente con factores ambientales, de diseño, rendimiento, pruebas y ensayos, donde el principal beneficio de este diseño con este sistema, será el nivel de calidad de las tareas de reacondicionamiento asegurando, de esta manera que los motores de combustión interna retornen a proporcionar su servicio para el que fueron diseñados en las mismas condiciones de los de nueva construcción.

Los propietarios se beneficiaran con una alto nivel de calidad, ya que el banco de ensayos garantizará que los trabajos de reacondicionamiento se realicen de acuerdo a los estándares y especificaciones recomendados por los fabricantes, asegurando de esta forma, un nivel de calidad que proporcionará a los motores de combustión interna un rendimiento y eficiencia para proporcionar el servicio deseado de diseño, evitando de esta forma los reclamos de parte de los propietarios por mala calidad en este tipo de tareas como sucede sin la utilización de un banco de pruebas.

### **5.1. Costos del proyecto**

Los costos de equipo, accesorios, materiales y mano de obra. Los de equipo incluyen los costos del dinamómetro. Los de accesorios incluyen los costos de los sensores y equipo para el banco de pruebas.

Los costos de materiales incluyen perfilería metálica. Los referentes a mano de obra, son un estimado del valor de las horas por hombre necesarias

para ejecutar las diferentes operaciones de soldadura y maquinado de los elementos.

- Costos de accesorios banco de pruebas

Los accesorios y equipos presentados a continuación corresponden al banco de pruebas (ver anexos).

Tabla I. **Costo de componentes del banco de pruebas**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNINTARIO	P. TOTAL
Sensor de temperatura de aceite	1	\$15	\$15
Sensor de presión de aceite	1	\$12	\$12
Sensor de temperatura del refrigerante	1	\$10	\$10
Indicador de temperatura de aceite	1	\$25	\$25
Indicador de presión de aceite	1	\$30	\$30
Indicador de temperatura del motor	1	\$20	\$20
Indicador de voltaje	1	\$10	\$10
Indicador de amperaje	1	\$10	\$10
Indicador de RPM	1	\$25	\$25
Sensor de oxígeno	1	\$80	\$80
Voltímetro de 10 a 16 v-cc	1	\$15	\$15
Manómetro de 0 a 100 psi	1	\$12	\$12
Sensor de presión de combustible	1	\$20	\$20
Indicador de presión de combustible	1	\$30	\$30
Dinamómetro	1	\$15000	\$15000
Total			\$15314

Fuente: elaboración propia. Excel 2007.

- Costos de materiales

Los costos de materiales incluyen perfilera metálica, placas, ejes necesarios para el sistema rígido de 4 columnas.

La tabla II resume los componentes del sistema estructural (ver anexos).

Tabla II. **Costos de componentes sistema estructural**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Tubo cuadrado	1	\$63,40	\$63,40
Tubo rectangular	1	\$68,70	\$68,70
Tubo redondo galvanizado 2 ½ (63.5)x3	1	\$52,33	\$52,33
Tubo redondo galvanizado 1 ¼ (31,75)x2	1	\$17,5	\$17,5
U 80x4x4	1	\$28,5	\$28,5
Perfiles tipo correa 30x15x14	1	\$35,60	\$35,60
Pernos M 16 x 50	5	\$1,10	\$5,50
Pernos M 20 x 50	5	\$1,65	\$8,25
Pernos M 14 x 50	8	\$0,75	\$6,00
Pernos M 14 x 100	10	\$1,25	\$12,5
Pernos M 14 x 120	10	\$1,35	\$13,5
Tuercas y arandelas	96	\$0,35	\$33,6
Total			\$332

Fuente: elaboración propia. Excel 2007.

- Costos de mano de obra

Los costos referentes a mano de obra, son un valor estimado de las horas por hombre necesarias para ejecutar las diferentes operaciones del proceso de soldadura y maquinado de los elementos constitutivos del banco.

La tabla III resume las principales operaciones con su respectivo valor.

Tabla III. **Costo operaciones de mecanizado**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DURACIÓN (HORAS)	VALOR TOTAL
	HORA /HOMBRE		
Torneado	\$15	2	\$30
Fresado	\$18	1	\$18
Taladrado	\$5	1	\$5
Soldadura	\$98	1	\$98
TOTAL			\$151

Fuente: elaboración propia. Excel 2007.

La siguiente tabla resume los costos totales aproximados del banco de pruebas de motores de combustión interna.

El costo del banco de pruebas es de 15 314 dólares americanos.

Tabla IV. **Resumen de costos**

Accesorios banco de pruebas	\$15 314
Componentes estructura	\$332
Mano de obra	\$151
TOTAL	\$15 697

Fuente: elaboración propia. Excel 2007.



## CONCLUSIONES

1. El diseño de un banco de pruebas para motores de combustión interna, permitiría contar con una herramienta indispensable para los técnicos mecánicos, ingenieros mecánicos e ingenieros mecánicos industriales.
2. Las tareas de reacondicionamiento de los motores de combustión interna, se mejorarían en un porcentaje muy, alto obteniéndose de esta manera una alta calidad y eficiencia.
3. El banco de pruebas cumpliría con todas las exigencias y los estándares normalizados por los fabricantes, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los clientes y usuarios de los motores de combustión interna.
4. La inversión para su diseño se recuperaría en plazo corto, dado que con un banco de pruebas se mejora la calidad evitándose tareas por reclamos de clientes y usuarios.
5. El montaje y operación del banco se deberá realizar en una área adecuada, de acuerdo con las regulaciones de las instituciones ambientalistas especialmente con emisiones de gases tóxicos y ruidos.



## RECOMENDACIONES

1. Fomentar la utilización de los bancos de pruebas para alcanzar los más altos niveles de calidad en la realización de las tareas de reacondicionamiento de los motores de combustión interna, mediante el acople de los motores al banco de pruebas y así monitorear el comportamiento de éste tipo de motores después de haber efectuado las tareas de reacondicionamiento.
2. El uso del banco de pruebas como una tarea para el aseguramiento de la calidad del reacondicionamiento de los motores de combustión interna, para que estos cumplan con el servicio para el que fueron diseñados de igual forma que los motores nuevos que entregan los fabricantes y de igual manera con todas las especificaciones técnicas requeridas.
3. Utilizar el banco de pruebas en estudios de eficiencia energética para determinar condiciones ideales de trabajo, de esta manera se obtendrán mejores rendimientos en el motor, bajos consumos de combustible y por ende la generación de menor cantidad de contaminación.
4. Simular las condiciones de trabajo de los motores en condiciones climáticas, atmosféricas y ambientales del territorio de Guatemala mediante adecuadas aplicaciones de carga sobre el motor.

5. Enfocar la utilización del banco de pruebas de motores en el desarrollo de métodos de control de emisiones
  
6. Se debe utilizar el banco de pruebas para la capacitación y formación técnica de alto nivel de mecánicos, profesionales y estudiantes.

## BIBLIOGRAFIA

1. CHILTON-LIMUSA(1998) Manual de Reparación y Afinación, Editorial Noriega Balderas 95 México D.F.
2. MORALES BALLDARES, Diego Alexis; RIBADENEIRA ORTI, Andrés Humberto. *Dimensionamiento de una banco de pruebas para motores diesel.* Trabajo de graduación de ing. Mec. Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Quito 2007 169 pp.
3. PILLAJO TINITANA, Telmo Alex ; SALAZAR IZA, Diego Miguel. *Diseño y construcción de un precalentador de combustible para motores diesel.* Trabajo de graduación de ing. Mec. Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería, Quito 2009 190 pp.
4. LEIRADO OUTON, Carlos. *Adaptación y optimización de un motor de encendido provocado para la Fórmula SAE.* Trabajo de graduación de ing. Idust. España, Universidad Pontificia Comillas, Escuela Superior de ingeniería Madrid 2007 149 pp.
5. ROSALES DAVILA, Francisco ; ANDRADE BETANCOURT, Gabriel. *Construcción de un modulo de pruebas de un motor nissan 1200 para pruebas de metrología automotriz.* Trabajo de graduación de ing. Mec. Ecuador. Escuela politécnica del Ejército, 2005 148 pp.
6. MEZU ZAMORA, Alex Adrian. *Diagnóstico y Gestión de Fallas en Equipos Empleando Instrumentación de Monitoreo.* Trabajo de graduación de ing. *Electro.* España Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería, Santiago de Cali 2009 148 pp.
7. GARCIA PANPLONA, Jesús. *Diseño de una sala de pruebas para motores alternativos de combustión interna.* Trabajo de graduación de ing. Indust. Barcelona, Escola técnica Superior d'Enginyeria, 2007 102 pp.

## E-GRAFIA

8. [www.talleresMecanica.com/Regimen/ajustar](http://www.talleresMecanica.com/Regimen/ajustar)
9. [www.geocities.com/amazing/encendido](http://www.geocities.com/amazing/encendido)
10. [http://www.automotriz.net/tecnica/images/conocimientos-basicos/12/alternador-corte\\_2.jpg](http://www.automotriz.net/tecnica/images/conocimientos-basicos/12/alternador-corte_2.jpg) [es.wikipedia.org/](http://es.wikipedia.org/)
11. [www.offroadmarket.com.mx/productinfo.asp?item](http://www.offroadmarket.com.mx/productinfo.asp?item)
12. <http://hondazcar.co.uk/>
13. [www.redtécnicaautomotriz.com](http://www.redtécnicaautomotriz.com)
14. <http://www.mecanicadeautos.info/fotos/CommonRail.jpg>
15. <http://members.fortunecity.es/clubcadec/rincontuerca/turbo.htm>
16. [http://www.aa1car.com/library/fuel\\_pump\\_mechanical.htm](http://www.aa1car.com/library/fuel_pump_mechanical.htm)
17. <http://www.velocidadmaxima.com/forum/showthread.php?t=139575>
18. <http://personales.ya.com/davidgomez/matproyec/bomba-inyec->
19. [www.geocities.com/motorcity/pit/9975/databysubjet/alimentationsyste](http://www.geocities.com/motorcity/pit/9975/databysubjet/alimentationsyste)
20. [http://www.automotriz.net/modelos/content/fticker2k5\\_show.php](http://www.automotriz.net/modelos/content/fticker2k5_show.php)
21. [www.sabelotodo.org/automóvil/presióndeaceite](http://www.sabelotodo.org/automóvil/presióndeaceite)

22. <http://www.naikontuning.com/mecanica/sistema-refrigeracion/circuito->
23. <http://webdelautomovil.com/2007/09/sistema-de-refrigeracion/comment->
24. <http://www.desguacesvehiculos.es/mecanica/sensores-motor>
25. <http://www.dupontelastomers.com/Products/Neoprene/neoprene.>



## ANEXOS



### DINAMÓMETRO HIDRÁULICO



Descripción del producto:

Precio FOB: US \$15 000 – 160 000 / Unidad

Puerto: Port Klang

Cantidad de pedido mínima: 1 Unidad/Unidades

Condiciones de pago: L/C, T/T

[HakitaEngineeringSdnBhd \[Malasia\] Datos de contacto](#)

Contactar Proveedor

Envíele directamente su consulta

## **DINAMÓMETRO: EL SUEÑO DEL BANCO PROPIO**

El Dinamómetro es una herramienta de uso cada vez más extendido, que ocupa un lugar de preferencia en el equipamiento de un taller u oficina mecánica automotriz. Es el banco de pruebas que mide la fuerza de cualquier automotor.

### **¿QUÉ ES EL DINAMÓMETRO?**

El dinamómetro es el nombre que designa técnicamente a un banco de pruebas. (También se lo denomina frenómetro, freno hidráulico, Laboratorio de Ensayos, *power test*, prueba de fuerza torque.)

Es una herramienta de uso moderno que emplean los talleres automotrices mejor equipados para conocer el estado de un motor, para optimizar su rendimiento, su fuerza, su velocidad.



Para conocer el estado de salud del motor a combustión interna se efectúa una prueba de fuerza: la fuerza del motor (Cuantos caballos, cuantos hp, etc)

Para ello se chequea o testea el auto o el motor en un Banco de Pruebas.

El Banco de pruebas es un local de trabajo -cerrada para mayor seguridad-, dentro de la cual existen rodillos en el piso, conectados a un sensor de fuerza, que habrá de medir la fuerza que el motor despliega a determinada velocidad.

Son las ruedas del vehículo las que transmiten la dinámica del motor a los rodillos del dinamómetro, actuando como freno, simulando la resistencia que el vehículo recibe cuando circula en la vía pública.

El computador toma los datos del freno hidráulico -frenómetro-, y las exhibe en la pantalla simultáneamente con el check; al mismo tiempo.

Hoy todos los motores son desarrollados con una computadora de mando "ECU", "UCE" -Siemens, Bosch, Marelli, etc.-, y alimentados con inyección del combustible -nafta, gasolina- gas-óil-, en forma directa a la cámara de combustión.

Para que la alimentación sea la que le confiere el par máximo y además respete las limitaciones a la contaminación del ambiente, la computadora recibe señales a partir de los sensores instalados en los puntos estratégicos del motor.

Para interpretar el funcionamiento y corregir las variables que lo determinan el técnico debe conocer la actividad de los sensores y los

actuadores, y ello no sería completo sin la ayuda del equipamiento para analizar y corregir el comportamiento de los diferentes accesorios electrónicos.

La Sala de Ensayos es el máximo de la tecnología automotriz, que el usuario común conoce y exige.

dinamotriz@gmail.com

## **DINAMÓMETRO TD-3100**

Sistema de Dinamómetros de Motor de Gran Resistencia

Absorbedor de energía portátil específicamente diseñado para reconstructores de motor diésel y de encendido por chispa



Utilice el dinamómetro portátil TD-3100 del Taylor Dynamometer para medir rápidamente la energía del motor. Puede realizar las pruebas en interior o exterior. Simplemente monte el dinamómetro directamente en el motor. No necesita un soporte de motor especial o célula de prueba. Incluso puede probar el motor mientras está sentado en el cajón de envío. Todo lo que necesita es un suministro de agua para el dinamómetro. La mecánica de nivel de entrada

puede realizar fácilmente operaciones de rodaje, operaciones a plena potencia y comprobaciones de reguladores. Junto con el software DynPro del Taylor Dynamometer, el TD-3100 produce gráficos de colores, cuadros o informes de datos de pruebas tabulares. Añada un sistema de consumo de combustible de Taylor para la Medición precisa de masa de combustible, volumen y BSFC (Consumo específico de combustible de frenos).

- Prueba motores continuamente hasta 3.000 libras-pies (4050 Nm) de torsión a 1.500 RPM y hasta 1.000 HP (750 kW) desde 1.750 hasta 4.000 RPM.
- Realiza fácilmente pruebas extendidas de rodaje y garantía exigidas por facilidades de reconstrucción de calidad.
- Proporciona rápidamente información precisa sobre el rendimiento de su motor.
- El impulsor de baja inercia proporciona una respuesta extra rápida para pruebas precisas de reguladores.
- El diseño portátil y la placa adaptadora SAE le permitmontar y desmontar con rapidez el absorbedor.
- Se monta directamente al motor sin un eje de transmisión.
- Incluye adaptador del eje para cubiertas de volante desde SAE 0 hasta 4.
- Compatible con software de instrumentación DynPro existente.

## **TD-3100 ES FÁCIL DE USAR**



El absorbedor de energía TD-3100 de 360 libras (163, 293 kg) puede montarse en un motor en cuestión de minutos. Primero, el adaptador de volante se instala directamente en el volante del motor. A continuación, el acoplador del impulsor está montado en el adaptador del volante, y el módulo del soporte giratorio se instala directamente en la cubierta del volante (SAE 0-4). No es necesario ningún alineamiento del absorbedor debido a que los pilotos diseñador en el sistema de placa del adaptador. El impulsor se ajusta a las malas alineaciones de hasta 1/2 grado. El módulo del absorbedor se inserta a continuación en el módulo de soporte giratorio y se bloquea en su lugar para las pruebas.

### **Construcción y diseño duradero**

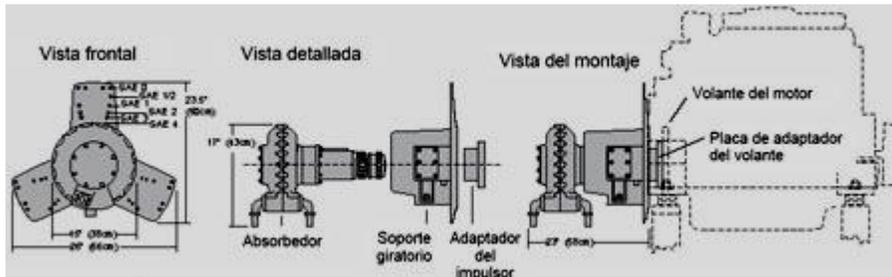
TD-3100 está formado por dos unidades, el módulo absorbedor y el módulo de soporte giratorio, que se bloquean conjuntamente para su funcionamiento. Con sus componentes de bronce-aluminio y acero rugoso, el TD-3100 está diseñado para pruebas rigurosas y máxima durabilidad. El TD-3100 tiene un impulsor de engranajes rugoso y con remate tanto en el extremo

del rotor como en el del motor para un rápido montaje de motor y aumento de la vida útil. El diseño avanzado de Taylor del álabe toroidal mantiene el tamaño del absorbedor al mínimo. Con su rotor de diámetro de 12 pulgadas (30,58 cm), el TD-3100 cuenta con propiedades de baja inercia que proporcionan características de rápida respuesta. Este diseño es mucho mejor para revelar problemas del regulador diésel y también reduce el umbral de energía mínimo. Acoplar el absorbedor directamente al motor le ayuda a ahorrar dinero. No hay necesidad de soportes de prueba o células de prueba especializadas. Las pruebas de motor múltiples pueden realizarse poniendo previamente los adaptadores del impulsor en una línea de motores de prueba y simplemente avanzando el absorbedor desde un motor hasta el siguiente a medida que se completan las pruebas. Se ahorrará tiempo de compra así como dólares por la construcción. La torsión se mide mediante un diseño de soporte giratorio tipo pivote que elimina los grandes cojinetes de soporte giratorio.

Un medidor de esfuerzos de precisión (célula de carga) mide la torsión de reacción, mientras que la velocidad se mide desde un captador magnético y un engranaje de 60 dientes.

### **Control rápido de torsión**

Los operarios apreciarán la facilidad con que el TD-3100 controla la torsión. La torsión puede regularse simplemente empleado una válvula de compuerta estándar en la línea de agua. También puede elegir un sistema de válvula de control de Taylor plenamente automático.



Especificaciones equipo estándar:

Módulo del absorbedor    Módulo de soporte giratorio    Placa de adaptador  
 cubierta de volante SAE 0-4    Brazo de calibración de torsión

**Equipo opcional:** Adaptadores especiales de cubierta de volante    Placas del adaptador para volantes de motor    Columna de refrigeración del motor    Sistemas de instrumentación y control

**Dimensiones** 18,5" ancho x 27,5" Acho x 23,5" Alto (47 x 70 x 60 cm)

**Peso** 360 libras (163 kg)

**Peso de Envío** 440 libras (199kg)

**Potencia Continua Máxima** 1,000 HP at 1,750 RPM (746 kW at 1,750 RPM)

**Potencia Controlable Mínima** 8,2 HP (6kW) at 1,800 RPM)

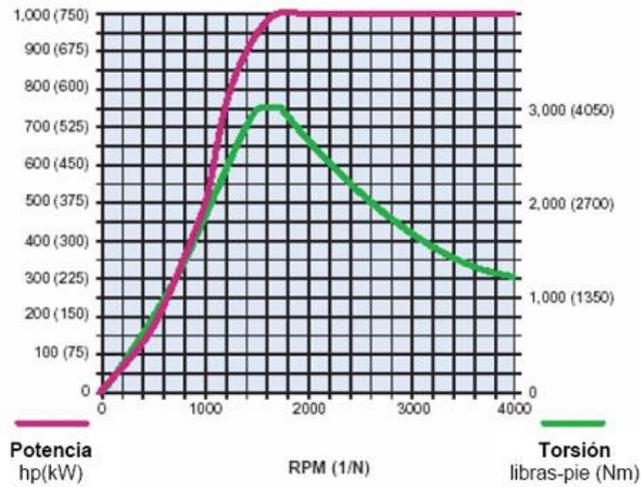
**Capacidad de Torsión** 3,000 lb-ft at 1,500 RPM 4,068 Nm at 1,500 RPM)

**Torsión Controlable Mínima** 32 lb-ft (24 Nm at 1,800 RPM)

**Velocidad Operativa Máxima** 4,000 RPM

**Disposición del sistema**

Curvas de absorción de potencia/torsión:



**Precio FOB:** US \$0.3 - 10 / Pedazo

**Puerto:** FOBXIAMEN

**Cantidad de pedido mínima:** 3000 Pedazo/pedazos Más es el más barato

**Condiciones de pago:** L/C,T/T,WesternUnion

[Contactar Proveedor](#)

[Facebook](#)[Twitter](#)[Google](#)[Delicious](#)[Reddit](#)

MÁS DATOS SOBRE LA TRANSACCIÓN

**Capacidad de suministro:** 2000000 Pedazo/pedazos por Mes  
**Paquete:** el caso de madera con el plástico adentro, entonces en fumiga la plataforma de madera  
**Plazo de entrega:** 35-60days

#### DATOS DEL PRODUCTO

Datos básicos

**Lugar del origen:** China (continente)

**Marca:** Perno y tuerca de la MINDA-Pista

**Número de Modelo:** Caterpillar, KOMATSU, Kobelco, Hitachi

**color:** negro, gris

**Materia prima:** 40cr, 45Cr, 35Cr, 35CrMO

**proceso superficial:** el óxido del blak, baño en solución de fosfatos de hierro y manganeso, galvaniza

**modo compatible:** Caterpillar, KOMATSU, Kobelco, Hitachi

**Hardeness:** HRC38-42

**Grado mecánico:** 8.8, 10.9, 12.9

**certificado:** ISO9001: 2000; ISO14001: 2001

**TAMAÑO:** el 1/2 " - 1.1/8 ", M12-30

**tuerca:** tuerca cuadrada o tuerca de maleficio

**perno:** arandela o sin la arandela



**Precio FOB:** US \$0.5 - 1.9 / Pedazo

**Puerto:** Tianjin

**Cantidad de pedido mínima:** 20000 Pedazo/pedazos muestra disponible

**Condiciones de pago:** L/C,D/P,T/T,WesternUnion,MoneyGram,Cash

[Contactar Proveedor](#)

[Facebook](#)[Twitter](#)[Google](#)[Delicious](#)[Reddit](#)

## MÁS DATOS SOBRE LA TRANSACCIÓN

**Capacidad de suministro:** 120000 Metro cuadrado/metros cuadrados por  
Semana en entrega del tiempo

**Paquete:** Embalaje estándar del cartón de la exportación (nanómetro)  
20PCS/BUDLED los 26TON/20FT

**Plazo de entrega:** 10days

Datos del producto

Datos básicos

**Tipo:** Componentes de la rejilla del techo

**Lugar del origen:** China (continente)

**Marca:** Ron

**Número de Modelo:** G.I. Mampostería seca (perno prisionero)

**Material:** Acero galvanizado

**Anchura:** 24m m, 30m m, 35m m, 38m m, 50m m, 60m m, 70m m, 75m m, 90m m, 100m m

**Altura:** 25m m, 30m m, 35m m, 40m m, 45m m **Grueso:** 0.3-1.0m m

**Progreso rodante:** 13 veces de (2mm~0.5m m)

**ZincCoted:** 60~220g/m<sup>2</sup>

**Superficie:** Galvanizado, perforación, llena con el punto, con los agujeros

**aplicabilidad:** Para la partición de la mampostería seca del tablero de yeso y el sistema del techo

**Característico:** Fácil funcionar y sólido; inoxidable

**Detalles de empaquetado:** Empaquetado estándar de la exportación

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA TIPO DE DINAMÓMETRO**

En un banco de pruebas pueden utilizarse diferentes tipos de dinamómetro según la aplicación. En ocasiones el usuario posee diferentes alternativas en cuanto a la tecnología que puede emplear. En este artículo comparamos estas alternativas para ayudarlos a decidir qué tipo de dinamómetro se adapta mejor a su aplicación.

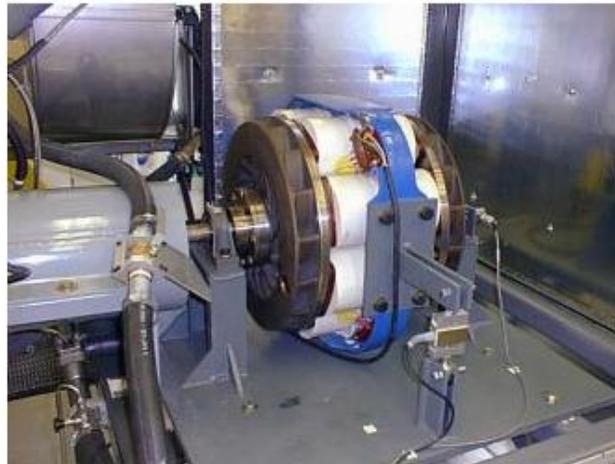
### **Según la tecnología**

#### **Dinamómetros Hidráulicos**



<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Menor Costo</p> <p>Tamaño reducido incluso para potencias elevadas</p> <p>Baja Inercia</p> <p>Permite realizar ensayos a carga estabilizada por tiempo indefinido (limitado sólo por la capacidad de disipación de calor de la torre de enfriamiento)</p>	<p>Bajo torque de frenado a bajas RPM</p> <p>Infraestructura costosa (bombas, tanques de agua, torre de enfriamiento)</p> <p>El elemento de enfriamiento (agua) interviene también en el frenado generando un compromiso entre torque de frenado y potencia disipada.</p> <p>Rango de trabajo reducido (relacionado con el punto anterior).</p> <p>Un mismo dinamómetro puede regularse para trabajar a bajas RPM con alto torque o para altas RPM con bajo torque, pero no ambas</p> <p>Como todos los dinamómetros de motores, es necesario retirar el motor del vehículo para ensayarlo.</p> <p>Desgaste elevado debido a la cavitación y turbulencias.</p> <p>Mantenimiento más frecuente</p>

## DINAMÓMETROS ELÉCTRICOS DE CORRIENTES PARÁSITAS (EDDY)



<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Alto torque de frenado aún a muy bajas RPM Alta precisión en el control aún en rangos muy distintos de torque y RPM	Mayor Costo Mayor inercia En dinamómetros refrigerados por agua es necesaria una instalación

<p>El control del frenado es independiente de la refrigeración (excepto en dinamómetros refrigerados por aire)</p> <p>Permite un control automático preciso</p> <p>Alta durabilidad, mantenimiento simple y menos frecuente</p> <p>En el caso de los dinamómetros refrigerados por aire no requiere infraestructura adicional</p>	<p>de refrigeración (bombas, tanques, torre de enfriamiento) aunque ligeramente más sencilla que para un dinamómetro hidráulico</p> <p>En dinamómetros refrigerados por aire, el frenado a plena potencia sólo puede hacerse por un tiempo corto, pasando luego a un régimen de potencia 1/3 menor que depende de la capacidad de disipación del dinamómetro</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **DINAMÓMETROS ELÉCTRICOS DE AC O DC**



<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Las mismas ventajas que los de corrientes parásitas</p> <p>Menor inercia que los Eddy</p> <p>Posibilidad de usarlos también como motor para ensayo de transmisiones y otros elementos pasivos</p>	<p>Elevado Costo</p> <p>Mayor inercia que un hidráulico</p> <p>El controlador es muy caro</p> <p>Solo disponibles para potencias bajas y moderadas</p>

### **DINAMÓMETROS INERCIALES**



Ventajas	Desventajas
<p>Bajo costo            Simplicidad y rapidez del ensayo            Muy repetitivo            Bajo mantenimiento            No requiere infraestructura adicional</p>	<p>No puede ensayarse a carga estabilizada            La carga es siempre la misma y depende de la aceleración            Requiere de un buen sistema de adquisición y procesamiento para obtener buenos resultados            Baja exactitud ya que hay influencia de factores externos como rozamientos no medidos (rodamientos, rodadura de ruedas, cadenas o correas de transmisión) e inercia de otros elementos en rotación (volante del motor, caja, ruedas)            Elevado peso            No es homologable si no cuenta con un dinamómetro acoplado</p>

## SEGÚN LA APLICACIÓN

### DINAMÓMETROS DE MOTOR

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Se mide sólo el motor, sin influencia de otros elementos de transmisión (a menos que se incorpore algún tipo de transmisión)</p> <p>Homologables bajo normas</p> <p>Puede ensayarse el motor en condiciones muy controladas (temperatura de refrigerante controlada, alternador, arranque y otros subsistemas desmontados)</p>	<p>Es necesario desmontar el motor para su ensayo, por lo que requiere una infraestructura externa al vehículo (suministro de combustible, arranque, encendido, cableado y ECU en el caso de inyección electrónica, cable de acelerador, sistema de refrigeración del motor)</p> <p>Sólo brinda información del motor, lo cual puede ser una desventaja para algunas aplicaciones</p>

### DINAMÓMETROS DE CHASIS

Ventajas	Desventajas
<p>Rapidez para el montaje y desmontaje del vehículo. Permite ensayar muchos vehículos en poco tiempo o muchos cambios en poco tiempo (rolos)</p> <p>Mide la potencia efectiva que llega al piso</p> <p>Mide al mismo tiempo motor y transmisión</p> <p>Es posible estimar, aunque con baja exactitud, el desempeño de la transmisión por separado (ensayo de desaceleración)</p>	<p>Muy impreciso si se desea medir la potencia del motor, ya que es imposible determinar las pérdidas reales entre motor y ruedas</p> <p>Sin un dinamómetro acoplado es difícil de calibrar</p> <p>Influencia de los componentes del vehículo en el resultado de la medición (en rolos sin dinamómetro)</p> <p>Costo elevado respecto a un dinamómetro de motor</p> <p>Requiere de mayor superficie de taller para su instalación</p> <p>Mayor dificultad para insonorizar</p>

## SISTEMA DE PRUEBA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Precio FOB: Obtenga el Último Precio

**Cantidad de pedido mínima:** 1 Sistema/sistemas

**Condiciones de pago:** L/C,T/T

[Contactar Proveedor](#)

[Envíele directamente su consulta](#)

[FavoriteFacebookTwitterGoogleDeliciousReddit](#)

## Datos del producto

### Datos básicos

**Lugar del origen:** China (continente)

**Marca:**CAMA (originalmente Nanfeng)

**Número de Modelo:** CW100, CW150, CW160, CW260, CW440

**Energía:** Electrónico

**Uso:** Máquina de prueba auto

### Especificaciones

CW100, CW150, CW160, CW260, varios dinamómetros de los modelos CW440 para la prueba del motor.

Los equipos Co., Ltd (fabricación original Co., Ltd de CAMA (Luoyang) Electromechanic del equipo de Luoyang NanfengElectromechanic), que se afilia con el grupo de alta tecnología de academia aerotransportada del misil de China, son fabricante profesional que introduce la tecnología exclusiva del dinamómetro de la corriente de Foucault lo más temprano posible en mercado interior

Tipo	Energía del grado (kilovatios)	Max.torque (N.m)	Max.speed (r/min)	Inercia giratoria (kg.m <sup>2</sup> )	Peso (kilogramos)
Cw50-2700/10000	50	176	10000	0.0432	280
Cw100-3000/10000	100	318	10000	0.146	460
Cw150-1500/6500	150	955	6500	1.19	700
Cw160-3000/10000	160	522	10000	0.231	600
Cw260-1800/7500	260	1395	7500	1.39	1000
Cw440-1500/6500	440	2764	6500	3.69	1300
Cw550-1500/3000	550	3500	3000	5.86	2800
Cw650-1500/3000	650	4138	3000	6.62	3200
Cw750-1500/3000	750	4775	3000	7.18	3500

Cw850-1500/3000	850	5400	3000	8.09	4200
Cw1300-1500/2000	1300	8270	2000	10.95	5500

(De acuerdo con regulaciones relativas de GB/T18297-2002, GB/T19055-2003)

- Introducción de tecnología propietaria exclusiva de la compañía de ZOLLNER, alemana;

## GUÍA PRÁCTICA MOTORES A DIESEL

La guía de práctica consiste en los siguientes aspectos:

Pruebas de torque, potencia y consumo de combustible mediante la realización de curvas de velocidad, curvas de carga y curvas de ajuste. Análisis de opacidad. Análisis de temperatura y contrapresión de gases de escape.

### 1. PRUEBAS DE TORQUE, POTENCIA Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Se impulsa este mecanismo de prueba debido a que es el modo más confiable del que se dispone localmente para poder realizar pruebas de laboratorio bajo condiciones controladas. El motor a ser empleado no pretende ser el de un bus de prueba, sino más bien un motor de similares características pero adquirido en forma independiente como actualmente se hace dentro de los programas internacionales y con el objeto de poder determinar algunas variables importantes para el estudio.

Dentro del equipamiento que se busca se encuentran los equipos de medición de partículas en los gases de escape, equipos que aportarían

grandemente a la determinación de la efectividad de diferentes tecnologías y su eventual impacto sobre los motores.

Para la evaluación de estas pruebas es necesario realizar curvas de velocidad, las cuales consisten en graficar torque, potencia y consumo de combustible en función de la velocidad de giro (rpm), esta prueba es muy común cuando se requiere determinar las curvas características y por ende el comportamiento del motor.

De igual manera las curvas de carga permiten conocer el comportamiento del motor pero variando la aceleración y fundamentalmente la posibilidad de comparar parámetros relacionados como la potencia y el torque. La carga, con el régimen, es la variable principal del funcionamiento de un motor. El motor funciona a plena carga cuando el conductor tiene el acelerador al máximo, en carga parcial cuando la aceleración es menor y en ralentí cuando no se acelera.

La carga se puede expresar en términos absolutos o relativos; en términos absolutos, la curva de carga según el régimen es igual a la curva del par motor. Y en términos relativos, se expresa como una proporción de la máxima carga posible en cada régimen. La forma de variar la carga en un motor diesel es variando la posición del acelerador.

Por otro lado las curvas de ajuste son una parte importante de toda prueba puesto que el objetivo principal es el determinar el comportamiento de parámetros que pueden resultar secundarios; así por ejemplo medir temperaturas y contrapresión de los gases de escape, opacidad y la verificación del comportamiento de un motor diesel, con y sin la utilización de un filtro de partículas post combustión, así como evaluar la capacidad de filtrado del dispositivo.

## **MEDIDA DE OPACIDAD**

La medida de opacidad es por el momento en nuestro medio, la medida más simple e importante en cuanto a niveles de contaminación de motores diesel se refiere; por tanto se utilizará un equipo de medición de opacidad marca MAHA.

## **ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y CONTRA PRESIÓN DE GASES DE SCAPE.**

Para la realización de mediciones de temperatura y contra presión de gases de escape se utilizará un equipo llamado Data Loger de marca HJSDALOG, éste tiene la capacidad de registrar medidas segundo a segundo y también presentar en línea; es decir valores en tiempo real.

## **PROCEDIMIENTO PARA PRUEBAS EN BANCO DE MOTORES DIESEL**

Las pruebas a realizar en el banco, están orientadas a la obtención de curvas de velocidad, torque, potencia, opacidad, consumo específico de combustible, temperaturas, eficiencia térmica y emisiones con su correspondiente análisis.

Dentro de este marco, también se realiza la colección de parámetros de medición adicionales con los instrumentos de conteo si es posible.

Los siguientes son los pasos previos para realizar la práctica.

1. Realizar la calibración del dinamómetro utilizando la barra calibradora.

2. Revisar que la transmisión esté en neutro.
3. Encender el motor hasta que éste alcance temperatura normal de operación.
4. Limpiar el tubo de escape. (purgar al menos tres veces).
5. Identificación general del motor
  - a. Marca y modelo del motor.
  - b. Norma de certificación de emisiones del motor.
  - c. Cilindrada (cm).
  - d. Tipo de aspiración.
  - e. Potencia del motor.
6. Evaluación del comportamiento del Motor
  - a. Encender el equipo de pruebas de motores por ordenador.
  - b. Poner la caja de cambios en marcha (segunda).
  - c. Aplicar una carga de 40 kw para la prueba uno, aumentar hasta 70 kw en las subsiguientes pruebas al dinamómetro del equipo de pruebas de motores por ordenador.
  - d. Medición de torque.
  - e. Medición de potencia.
  - f. Medición del consumo de combustible.
  - g. Medición de opacidad (al menos tres aceleraciones).
  - h. Medición de temperaturas y contra presión en el sistema de escape.
  - i. Determinación de curvas características (potencia, torque, opacidad, temperatura, eficiencia térmica y consumo de combustible)
  - j. Al llegar a las 2500 rpm detener el proceso de graficación de las curvas de torque y potencia en el ordenador.
  - k. Desacelerar al motor y descargar el dinamómetro del equipo de pruebas de motores por ordenador.
  - l. Repetir el mismo procedimiento, para las pruebas con los dispositivos descritos en la sección 1, 2 y 3 del presente anexo.

- m. Repetir el mismo procedimiento para las pruebas de evaluación del motor con y sin dispositivo post combustión.