



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLAN"

"EVALUACION DE RENDIMIENTO DE PAR MOTOR Y
POTENCIA EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE
VOLKSWAGEN DE MEXICO".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
O S C A R F L O R E S R O J A S

ASESOR DEL TRABAJO:

ING. GUILLERMO SANTOS OLMOS

MEXICO, D. F.

2005

m. 340558



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

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

"Evaluación de rendimiento de par motor y potencia en motores
de combustión interna de volkswagen de México",

que presenta el pasante: Oscar Flores Rojas
con número de cuenta: 8914084-4 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de octubre de 2004

PRESIDENTE Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio

VOCAL Ing. Rosa Emilia Rivera Ramos

SECRETARIO Ing. Guillermo Santos Olmos

PRIMER SUPLENTE Ing. Humberto Neri Mondragón

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Jorge Adolfo Pelaez Salinas

Agradecimientos

Las palabras que yo pueda escribir de agradecimiento a cada una de las personas que me han ayudado para el desarrollo de este trabajo, no son ni serán suficientes, ya que no existen palabras con las que pueda expresar mi absoluto agradecimiento hacia cada uno de ellos.

Quiero decirles a todos..... ¡Muchas gracias!.

A mi esposa Isabel

Quiero agradecer a mi esposa Isabel, por su gran apoyo para la realización de este trabajo, por su comprensión, tiempo, y amor.

Chaparra, Te amo. ¡Muchas gracias por todo!.

A mi hija Carisa Mabel.

Agradezco a mi hija Carisa, por su valiosa comprensión por el tiempo que no convivimos en el desarrollo de este trabajo.

Cari, ¡Muchas gracias!.

A mi Padre.

Por que ha sido y seguirá siendo un ejemplo a seguir; de superación, de sinceridad, de lucha.

Fer, ¡Muchas gracias!.

A mi Mamá.

Mamá, he de agradecerte el sacrificio que has hecho por cada uno de tus hijos, así mismo la educación y amor que me has dado.

Mamá, ¡Muchas gracias!.

A mis Hermanos, Erika y Israel

Agradezco su valioso apoyo incondicional, Gracias por todo.

A mi compadre Lic. Juan Delgado.

Quiero agradecer a Ud. su valioso apoyo incondicional, y hacerle saber que Ud. es un gran ejemplo de superación ante cualquier adversidad.

Don, ¡Muchas gracias!.

**A mis cuñadas, concuños y sobrinos.
Delia, Lupita, Gabriel, Miguel, Toño, Kiara, Horus.**

Quiero agradecer a cada uno de Uds. su amor y apoyo.

A todos, ¡Muchas gracias!.

A mi Mamá chito.

Le agradezco su amor hacia mí.

¡Échele ganas, Ud. Puede!.

En paz descanse, Mi mamá Chito.
Muchas gracias Dios.

Índice

	Págs.
Introducción	3
Capítulo 1 "Volkswagen de México (VWM)"	5
1.1.- Historia de Volkswagen de México	6
1.2.- Estructura Organizacional de VWM	9
1.3.- Proceso de Producción de VWM	10
1.3.1.- Proceso de Producción de piezas sueltas	11
1.4.- Sistema de Calidad de VWM	15
1.4.1.- Evolución del enfoque hacia la calidad en VWM	15
1.4.2.- Normas en VWM	16
1.4.3.- Evolución del Sistema Gestión de calidad (GC) en VWM	17
Capítulo 2 " Motores de Combustión Interna de VWM"	18
2.1.- Antecedentes	19
2.1.1.- Principios Físicos	20
2.1.2.- Motor de combustión interna	20
2.2.- Sistemas del Motor de Combustión Interna	27
2.3.- Sistemas del Motor a Gasolina	29
2.3.1.- Sistema de Admisión	29
2.3.2.- Sistema de Lubricación	30
2.3.3.- Sistema de Enfriamiento	34
2.3.4.- Sistema Eléctrico	39
2.3.5.- Sistema de Escape	45
2.3.6.- Sistema de Inyección	47
2.4.- Motor de Combustión Interna a Diesel	51
2.5.- Sistemas del Motor a Diesel	54
2.5.1.- Sistema de Admisión	54
2.5.2.- Sistema de Pre calentamiento	55
2.5.3.- Sistema de Lubricación	57
2.5.4.- Sistema de Enfriamiento	58
2.5.5.- Sistema de Inyección	59
2.5.6.- Sistema de Escape	64
2.6.- Diferencias principales entre el motor a Gasolina y el Diesel	66
2.7.- Los motores Turbocargados	66

	Págs.
Capitulo 3 "Evaluación de Rendimiento de Par motor y Potencia"	73
3.1.-Centro de Prueba Motores de VWM (CPM)	76
3.1.1.- Objetivo del CPM	76
3.2.- Equipo de evaluación y prueba del CPM	77
3.2.1.- ¿Qué es un Dinamómetro?	77
3.2.2.- Banco de Prueba (Dinamómetro) del CPM	81
3.2.3.- Celda de Prueba del CPM	82
3.2.4.- Mantenimiento del Dinamómetro del CPM	85
3.2.5.- Ingeniería de mantenimiento para el CPM	86
3.3.- Método de evaluación en el CPM	89
3.3.1.- Lineamientos del consorcio de VW	89
3.3.2.- Aplicación de lineamientos del consorcio de VW en el CPM	90
3.3.3.- Diagrama de flujo para la evaluación de motores de combustión interna en el CPM	112
3.3.4.- Equipo auxiliar para la evaluación de par motor y Potencia	113
3.4.- Curva de Par Motor y Potencia	114
Conclusiones	115
Glosario	118
Bibliografía	120

Introducción

Todos los que forman parte del consorcio de Volkswagen definen que una prioridad decisiva es la satisfacción del cliente, para esto es necesario crear valores en todas las actividades que se desempeñan en el trabajo diario de cada integrante de la empresa, el alto desempeño es una forma de vida, la capacidad de renovación, el respeto por los logros, las ideas de cada colaborador y la responsabilidad en el actuar de cada colaborador, llevan a balancear los objetivos económicos, ecológicos y sociales de la empresa, además de que las acciones diarias de cada colaborador se toman en cuenta para el cumplimiento de los objetivos de la empresa; conocido esto como Desarrollo Sustentable.

Volkswagen de México es una de las empresas líderes en el mercado automotriz, su éxito se debe al establecimiento de estrategias de desarrollo capaces de poder satisfacer las nuevas exigencias de los clientes. Dentro de la estructura organizacional de VWM existe un área encargada de ver que las exigencias de los clientes se cumplan; esta área se llama "Aseguramiento de Calidad" con una Visión y Misión estratégica.

Visión de Aseguramiento de Calidad.

Ser el socio estratégico que garantice la máxima rentabilidad del negocio, con una base sólida y estructurada en función del factor humano altamente capacitado y motivado, orientado al aseguramiento de la calidad de nuestros productos y servicios, consolidando la completa satisfacción de nuestros clientes.

Misión de Aseguramiento de Calidad.

Contribuir al Aseguramiento de la calidad mediante el liderazgo y la aplicación eficaz de estrategias en los procesos, productos y servicios.

Aseguramiento de Calidad en VWM esta conformado por dos grandes procesos, los cuales son:

- Aseguramiento de calidad Planta Producción Componentes(QS-PPC)
- Aseguramiento de calidad Planta Producción Automóviles (QS-PPA)

Este trabajo de tesis ha sido desarrollado a partir de mi experiencia profesional en el Centro de Pruebas Motores (CPM) que forma parte de QS-PPC. El CPM tiene como objetivo el de determinar el grado de calidad que guarda el producto llamado Motor en su proceso de fabricación con respecto a las especificaciones técnicas de Par Motor y Potencia.

Este trabajo de tesis ha sido desarrollado de tal forma que se pueda visualizar la correcta e importante evaluación dinámica de los motores de combustión interna que realiza el CPM de VWM. Podemos ver en primer capítulo la evolución de los productos, sistemas y métodos que validan los resultados de dichas evaluaciones, para esto se ha descrito brevemente la estructura global del VWM, tocando los siguientes aspectos:

- Historia.
- Estructura Organizacional.
- Proceso de Producción.
- Sistema de Calidad.

En el segundo capítulo se hace una descripción detallada de los motores de combustión interna de VWM, ya que para poder realizar una evaluación dinámica de los MCI debemos de conocer los sistemas que lo constituyen para su control e interpretación de resultados y el funcionamiento básico del MCI.

Los sistemas que se describen son:

- Sistema de Admisión.
- Sistema de Lubricación.
- Sistema de Enfriamiento.
- Sistema de Inyección.
- Sistema Eléctrico.

En el tercer capítulo se establece el método de evaluación de motores de combustión interna, tocando los siguientes aspectos:

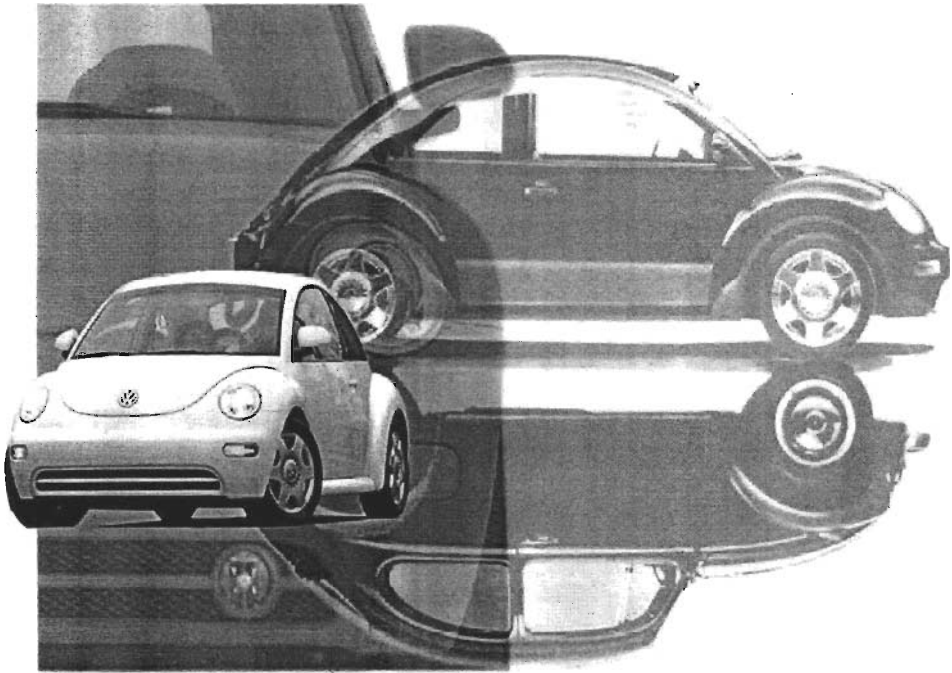
- Lineamientos gubernamentales.
- Lineamientos del Consorcio de VW.
- Maquinaria de evaluación.
- Mantenimiento del equipo.
- Equipo auxiliar de evaluación.

Además se describe la interpretación de resultados de la evaluación dinámica (Par Motor y Potencia).

Como parte de un proceso de evaluación existe la mejora continua, en las conclusiones de este trabajo de tesis se plantean una serie de propuestas para la optimización de medios, métodos y sistemas que intervienen en la evaluación dinámica de rendimiento de motores de combustión interna en el Centro de Prueba Motores de VMW.

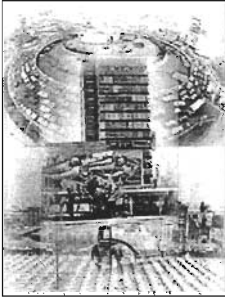
Capítulo 1

Volkswagen de México



1.1.-Historia de Volkswagen de México

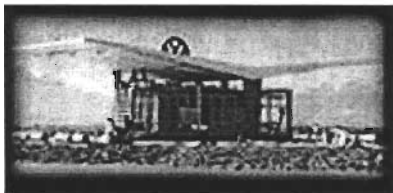
Un México donde los costos eran más baratos hasta para comprar autos.



En la época en que el público mexicano estaba influenciado por los Estados Unidos en cuestión de automóviles, era difícil introducir un vehículo tan peculiar como el Volkswagen Sedán, mejor conocido como **"Vocho"**. Era una época en que la gasolina no tenía un precio tan alto, así que no tenía ningún caso contar con un automóvil económico. Aunque algunos no lo crean la llegada del auto más popular de México fue con la realeza, ésto porque el Príncipe Alfonso de Hohenloe —descendiente de un amigo de Ferdinand Porsche y fanático de los automóviles radicado en México— tomó la decisión de vender en nuestro país el vehículo germano siendo él, el primer concesionario de la firma Alemana al fundar la Distribuidora Volkswagen Central en enero de 1954.

Fue en una exposición llamada "Alemania y su industria" en el mes de marzo de ese mismo año que todo el público quedó sorprendido, al grado que el entonces presidente; Lázaro Cárdenas vino desde el estado de Michoacán para conocer el pequeño automóvil. La prensa publicó la noticia a ocho columnas **"Hombre del pueblo" con el "Auto del Pueblo"**.

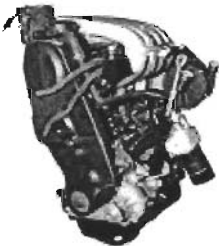
El éxito derivó en cientos de pedidos y debido a la demanda, se decidió ensamblar el Sedán en México. Fue en septiembre de 1954 cuando se firmó un contrato con Automex, posteriormente en junio del siguiente año se trasladó el ensamble a Studebaker-Packard de México, y que continuó armándolos hasta octubre de 1961. La demanda creció y se buscó una mejor alternativa; así, en junio de 1962 se fundó en Xalostoc, Estado de México la Sociedad Promotora Mexicana de Automóviles (PROMEXA); dos años después se cambió el nombre a "Volkswagen de Mexico".



Enviado de Alemania con la misión de encontrar un sitio para la nueva planta de VW, llegó a México un equipo de expertos comandados por Hans Barschkis, ya que la producción de la planta de Xalostoc comenzaba a ser insuficiente. Se requería una área amplia cerca del Distrito Federal y con comunicación viable hacia el puerto de Veracruz. Barschkis encontró un terreno de 2 millones de metros cuadrados de superficie, en las afueras de la ciudad de Puebla; mismo que fué adquirido en febrero de 1965, dando inicio casi de

inmediato a la construcción de la actual planta, que fue terminada en julio de 1967.

El primer Volkswagen Sedán se fabricó en la ciudad de Puebla y salió al mercado el **23 de octubre de 1967**, con ello la planta se convertiría en una parte importante del paisaje poblano y como consecuencia de la economía del estado, porque se convirtió en la productora de automóviles más importante del país.



En 1980 se inauguró la nueva planta de motores, capaz de fabricar 1,600 motores diarios, de los cuales 1,200 se destinaban a la exportación.

En septiembre del mismo año se llegó a la cifra mágica, un millón de vehículos producidos en México, el honor correspondió, como al 100,000 y 500,000 a un Volkswagen Sedán.

Generaciones del Golf

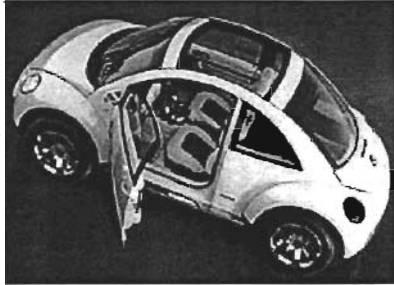
Debido al éxito de la Caribe, se introdujo —también en 1981— el Atlantic (Jetta A1), del cual se produjeron 103,966 unidades; y en 1984 se comercializó el Corsar, un automóvil más grande y representativo que lo existente en la oferta de VW. El éxito se reafirmó con la aparición en 1986 del Corsar Variant, lujosa vagoneta muy apreciada por el público. Entre estos lanzamientos, la producción de motores llegó al millón gracias al volumen de las exportaciones. Un gran momento se vivió en 1987, ya que los reemplazos del Caribe y el Atlantic fueron lanzados como Golf y Jetta (utilizando sus nombres europeos) en sus versiones A2.

A finales de 1990 se abrió el mercado nacional comenzándose a importar el Pasta, a finales de ese año salió a la venta la versión A3 del Golf y del Jetta, con mayor éxito que la anterior; además, el Sedán se actualizó para poder cumplir con las normas ambientales; así entre 1991 y 1993 se montó un convertidor catalítico y posteriormente se añadió un sistema de inyección electrónica y un catalizador regulado con sonda lambda y sensor de oxígeno. La actualización del veterano motor le dio nueva vida al inmortal Vocho.

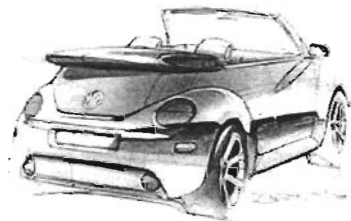
Sin embargo, la crisis de diciembre de 1994 y 1995 golpeó las ventas del Sedán, ya que en 1993 se habían vendido cerca de 100,000 unidades, pero al llegar 1995 la facturación total fue de 14,581. En 1996 se comenzaban a vislumbrar signos de recuperación y para 1998 se produjeron algunas sorpresas,

entre ellas la llegada del auto que se pensaba ocuparía el sitio del Sedán: el Pointer, importado directamente desde Brasil. Como una opción más económica al Golf y Jetta, que claramente se habían vuelto más costosos, también se añadió a las líneas de producción la variante Cabrio del Golf, tanto para exportación como para el mercado interno.

El Concept One, auto de exhibición presentado en 1994 en Detroit, recuperaba el espíritu del Beetle original (VW Sedán), o por lo menos lo que la generación Híppie estadounidense extrañaba de él. El Concept One obtuvo el visto bueno del consorcio y evolucionó para convertirse en el New Beetle, o para nosotros, el Beetle. La planta de Puebla ganó el concurso interno de VW para ser la que construyera el novedoso auto; y desde 1998 se produce en México para el mundo. A finales de 1998 y como modelo 1999 se comenzó a producir la cuarta generación del Jetta A4, que ha gozado de un éxito aún mayor que el de sus predecesores, siendo acompañado por el Golf al año siguiente, el Golf Cabrio se continuó produciendo basado en el casco A3.



El eterno Sedán ha cedido la estafeta al escarabajo conocido como Beetle, ya que el sedan se ha dejado de producir el 30 de Julio del 2003.



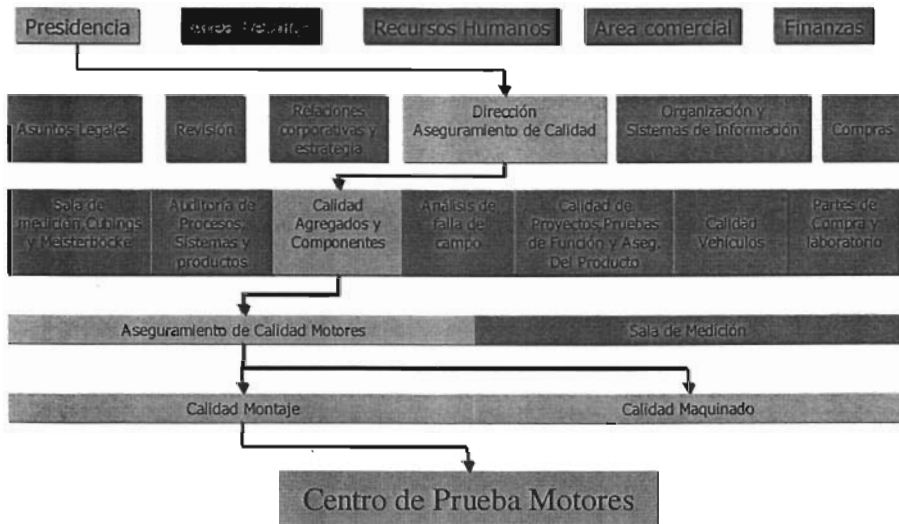
1.2.- Estructura Organizacional de VWM

En el consorcio de VW existen plantas en cada uno de los continentes del mundo, donde VWM juega un papel muy importante en el consorcio tanto en fabricación de autos, como de componentes automotrices (Fig.1.1)



La planta en Wolfsburg Alemania es la casa matriz donde se concibe por primera vez los conceptos automotrices de VW, así mismo los lineamientos que regirán al consorcio en los aspectos de calidad, costos y servicio.

Estructura organizacional de Aseguramiento de Calidad de VWM



1.3.- Procesos de Producción de VWM

Desde el año 1980 VWM forma parte de las diferentes plantas del consorcio de VW fabricantes de motores, el consumo de estos motores fueron primeramente para autos fabricados en México, posteriormente comenzó a exportar productos a diferentes países, en la actualidad estos productos son consumidos en los siguientes países (Fig.1.2).



Fig. 1.2 "Países a donde VWM Exporta sus Productos"

No solamente VWM es exportadora de motores, sino que también ha incursionado en la exportación de componentes de motor, estas piezas son:

Piezas sueltas de Exportación:

PRODUCTO	MERCADO
Cabeza de cilindro	China, Alemania, Argentina, Sudáfrica Skoda, Seat
Monoblock	Alemania, Hungria,
Cigüeñal	Alemania, Hungria, China
Árbol de levas	Alemania, China
½ Motor	Alemania, China, Hungria

En la sig. gráfica (Fig.1.3) podemos observar que VWM ha tenido un incremento de producción en los diferentes años, el más significativo fue en los años de 1996-2000.

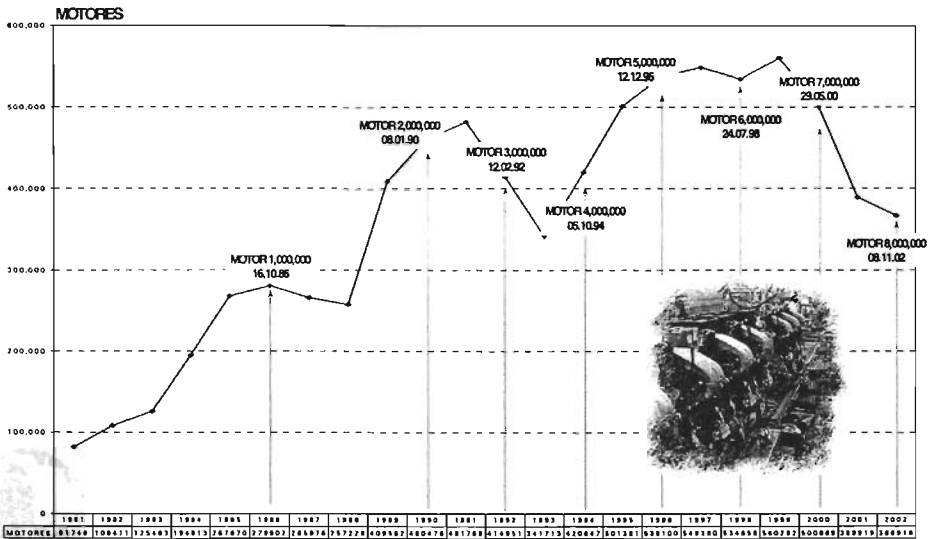


Fig.1.3 " Volumen de Producción de Motores de VWM 1981-2002 "

En los últimos años lamentablemente la problemática económica mundial ha mermado la producción por lo que ha sufrido una disminución de fabricación de motores tanto para exportación como para fabricación de autos.

1.3.1.- Proceso de Producción de piezas sueltas

El proceso de fabricación del motor de combustión interna, esta constituido por otros procesos de producción, estos procesos son:

- Proceso de Fundición.

Fabricación de cabeza de cilindro (Culata)

- Proceso de Maquinado.

Maquinado de Cabeza de cilindro
 Maquinado de Monoblock
 Maquinado de Cigüeñal

Maquinado de árbol de levas
 Maquinado de Bielas
 Maquinado de flecha intermedia

- Proceso de Ensamble Cabeza de Cilindro.
- Proceso de Ensamble de 1/2 Motor.
- Proceso de Ensamble de Motor Completo.

En el sig. Lay Out (Fig.1.4) podemos ver como están distribuido los diferentes proceso de fabricación y pruebas de liberación de los motores de VWM.

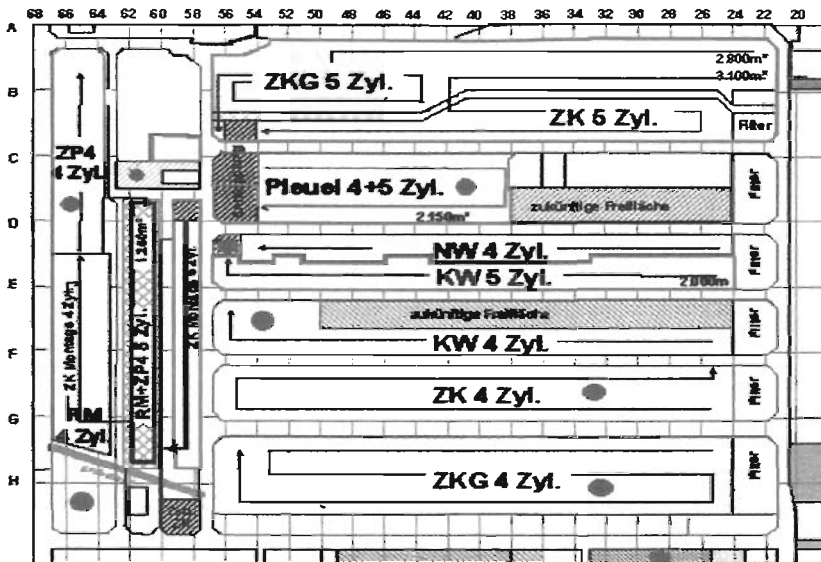


Fig.1.4 " Lay Out de Nave 6 Motores VWM "

<input type="checkbox"/>	Proceso de Fabricación motor 4 Zyl.	<input type="checkbox"/>	Nuevo Proceso Motor 5 Zyl.
RM	Ensamble 1/2 Motor	RM	Ensamble Motor
ZP4	Ensamble Motor Completo	ZP4	Ensamble Motor Completo
ZKG	Monoblock	ZKG	Monoblock
ZK	Cabeza de Cilindro	ZK	Cabeza de Cilindro
KW	Cigüeñal	KW	Cigüeñal
NW	Árbol de levas	Pleuel	Bielas
Pleuel	Bielas		
Zyl	Cilindros		

Cada uno de estos procesos independientes que intervienen en la fabricación de componentes para los motores, deben de ser sujetos a evaluaciones constantes para determinar que tan estable es el proceso en una fabricación en serie , las evaluaciones para determinar si el proceso es hábil son:

- Habilidad de máquina.
- Plan de control.
- Secuencia de operaciones.
- Habilidad de proceso.

El papel de Aseguramiento de Calidad es muy importante ya que es el representante del cliente final dentro de la empresa, para determinar la calidad que guarda el producto en los diferentes turnos de fabricación, Aseguramiento de Calidad realiza diferentes actividades, el proceso de fabricación de motores es dividido en dos rubros, los cuales se describen en las siguientes tablas con la descripción correspondiente de las actividades.

- Proceso de Maquinado (Fig.1.5).
- Proceso de Montaje (Fig.1.6).

Aseguramiento de Calidad Motores

Areas de Calidad Maquinado	Actividades Fundamentales	Indicadores
MONOBLOCK	Auditoría de producto en proceso.	Protocolos de liberación de máquinas
CABEZAS	Auditoría de empaque.	Estatus de Calidad del producto
CIGÜEÑAL	Análisis de Falla.	Cumplimiento de PV's
BIELAS	Estudios de habilidad.	Certificación de acciones correctivas.
	Análisis de impurezas.	

Fig.1.5 "Aseguramiento de Calidad en el Proceso de Maquinado"

Aseguramiento de Calidad Motores

Areas de Calidad Montaje	Actividades Fundamentales	Indicadores
Montaje de Cabezas.	Análisis de Falla.	APP RM 0 Fallas.
	Regulación de procesos.	Corridas Directas
Montaje de 1/2 motor.	Regulación de la calidad de proveedores.	Meta: 99.86.
Motor ZP4.	Auditoría de producto Weltliga.	Weltliga 74 ppm.
	Auditoría de producto en proceso.	Capacidad de prueba 6 dinos.
Exportación.	Auditoría de empaque.	Certificación de acciones correctivas.
Centro de Prueba Motores.	Evaluación del producto en auto.	Estudios especiales
Motor ZP7 / 8.		ZP7 800 ppm.

Fig.1.6 "Aseguramiento de Calidad en el Proceso de Montaje"

1.4.- Sistema de Calidad de VWM

1.4.1.- Evolución del enfoque hacia la calidad en VWM

Calidad : Conjunto de características de una entidad que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas o implícitas.

Sistema de Calidad : La estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la Gestión de Calidad.

Aseguramiento de la Calidad : consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del Sistema de Calidad.

Tres conceptos que en VWM nos llevan a comprender que para garantizar el éxito comercial, lo más importante para los fabricantes y empresas comerciales y de prestación de servicios debe ser la creación de la "*Satisfacción de sus Clientes*".

Es necesario conocer las expectativas y los factores de satisfacción de los clientes y llevarlo a las líneas de producción en forma consciente y sistemática, garantizando su realización con las acciones necesarias para ello, estas acciones deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada (tanto a la propia empresa como a los clientes) de que se cumplen los requisitos del Sistema de la Calidad.

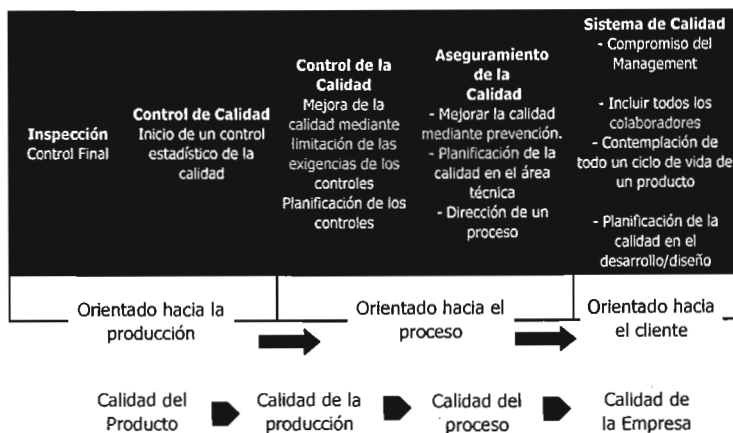


Fig. 1.7 " Evolución del enfoque hacia la Calidad "

Esta concepción del Aseguramiento de Calidad como tal , ha sido una labor ardua para poder establecer criterios y estrategias con el objetivo de asegurar la calidad del producto desde la concepción misma, en la Fig.1.7 se expresa la evolución del enfoque hacia la Calidad en VWM.

1.4.2.- Normas en VWM

Para que VWM pueda competir en el ámbito automotriz mundial debe de cumplir una serie de requisitos :

Necesidades Externas:

- Es un requerimiento para entrar en algunos mercados de venta.
- Darle confianza al cliente de que se trabaja para mantener y mejorar nuestros productos.

Necesidades Internas:

- Mantener y mejorar nuestros productos y procesos.

Se han desarrollado varias normas de Aseguramiento de Calidad producidas por organizaciones nacionales e internacionales, por autoridades reguladoras y algunas emitidas por compañías particulares, en la Fig. 1.8 esta representada en una forma global el sistema de normalización de VWM, cabe mencionar que la certificación de estas normas dan una confianza a los clientes sabiendo que el producto cuenta con una alta calidad.

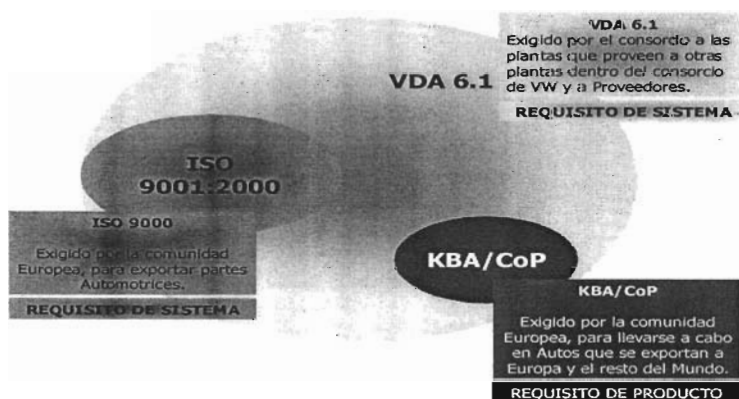


Fig. 1.8 " Normas en VWM "

1.4.3.- Evolución del Sistema Gestión de Calidad (GC) en VWM

En el siguiente esquema (Fig.1.9) se ve el proceso que se ha tenido que desarrollar para obtener certificados que avalan que la empresa VWM es capaz de vender productos a todo el mundo cumpliendo con los altos estándares de calidad.

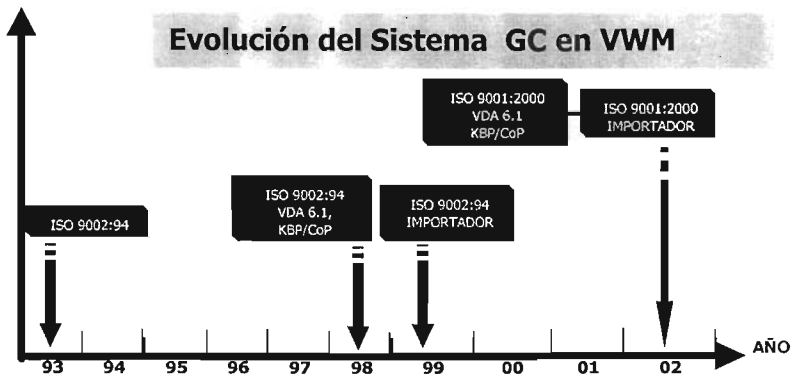


Fig. 1.9 "Evolución del Sistema GC en VWM"

VWM ha sido capaz de ser evaluado por organismos gubernamentales y propios del consorcio de VW, teniendo como resultado el merecimiento de certificados que avalan la calidad de procesos y sistemas que intervienen en la fabricación del producto, pero VWM no solo busca el estar en la competitividad cumpliendo requerimientos básicos los cuales ha cumplido y mejorado, ahora el enfoque va mas lejos, VWM busca la EXCELENCIA (Fig.1.10).

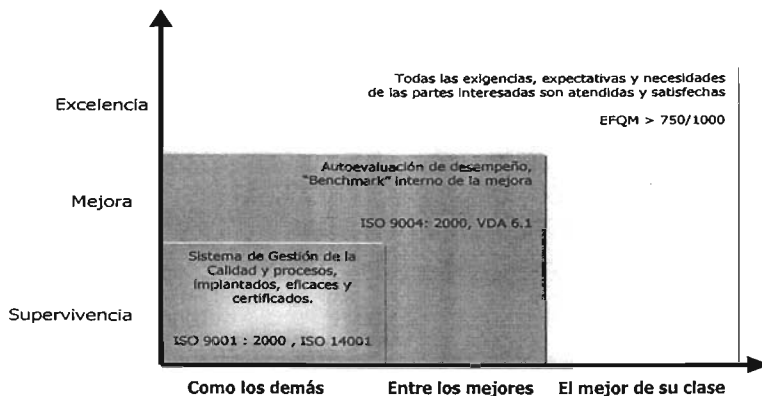
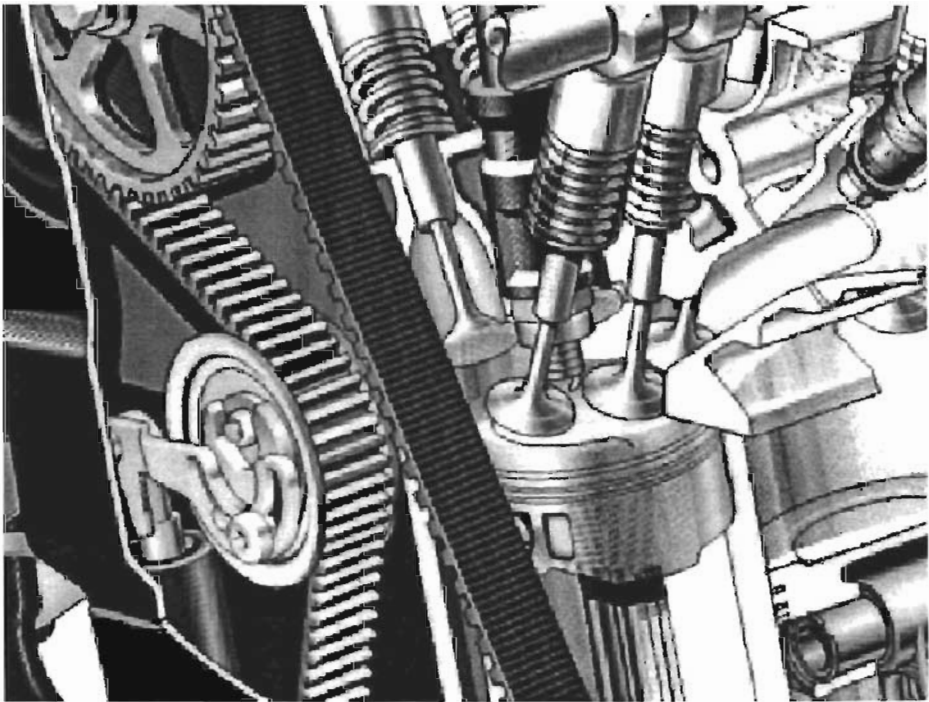


Fig.1.10 "VWM en la Excelencia"

Capítulo 2

Motores de Combustión Interna de VWM

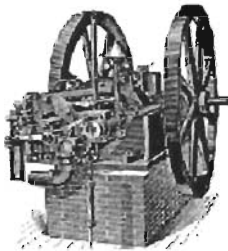


2.1.- Antecedentes

Desde su presencia en la Tierra, el hombre se ha movido por la superficie del planeta, primero como un nómada y después, ya establecido, para comunicarse con otros asentamientos humanos. Los caminos y las rutas comerciales empezaron a surcar el mundo; las caravanas con productos a la espalda de portadores y a lomo de animal dejaron su huella durante muchos años. Después, con la invención de la rueda y el carro, aquellos caminos se ensancharon; grandes volúmenes de mercancías comenzaron a fluir a la velocidad permitida por la tracción animal y esta historia se prolongó también por muchos años... hasta la invención de la máquina de vapor y su aplicación a la locomotora. Como ya sabemos, la máquina de vapor consistía básicamente en una caldera con agua a la que se le aplicaba el calor producido por un fogón en la parte exterior. El vapor generado por la ebullición del agua se conducía a unos grandes émbolos y su fuerza expansiva movía las ruedas de la locomotora que arrastraba así grandes convoyes. La máquina de vapor era pues, un motor de combustión externa que rápidamente evolucionó y logró ser aplicado en los primeros intentos por sustituir al caballo en la tracción de carros.

Sin embargo, no fue sino hasta el desarrollo del motor de combustión interna, que se logró integrar el concepto moderno de automóvil; un vehículo que se mueve por sí mismo, impulsado por la fuerza generada al quemar su combustible dentro del motor.

El motor de combustión interna ha conservado hasta la fecha sus características fundamentales, si bien ha sufrido en los últimos años modificaciones y refinamientos que lo han convertido en una máquina altamente sofisticada que incorpora los más avanzados sistemas de control electrónico, la mayoría de los cuales tiene por objeto el máximo aprovechamiento del combustible y la reducción consecuente de las emisiones contaminantes.



Motor Otto 1893



Motor Otto 2000

2.1.1.- Principios Físicos

Primer principio de la Termodinámica : La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma.

Energía, la descripción de este concepto no es algo precisamente sencillo, todos intuimos qué significa, e inclusive solemos usar frecuentemente el término ENERGÍA "Es la capacidad de producir trabajo". La forma de explicar el concepto de energía es a través de sus diferentes formas o manifestaciones. Los seres humanos percibimos la energía en sus diversas formas por medio de sus efectos y a través de nuestros sentidos.

Calor, todos lo percibimos ya sea por exceso o por falta de él. Si bien el calor es una de las formas más comunes de energía se manifiesta en forma indirecta a través de sus efectos, es la manera que nosotros habitualmente lo percibimos (la temperatura).

El hablar de energía y calor, así como hacer referencia a un principio termodinámico nos hace más fácil la comprensión del funcionamiento de los motores de combustión interna, con un solo fin; el que se pueda comprender la evolución que han tenido los motores que VWM ha producido durante los últimos 23 años.

2.1.2.- Motor de combustión interna

Los motores de combustión interna corresponden al género de máquinas térmicas compactas, cuyo propósito consiste en generar potencia mecánica a partir de la combustión de una mezcla de aire-combustible que actúa sobre una superficie móvil. La transformación de la energía química en calor se realiza por combustión; la de la energía calorífica en trabajo mecánico ; por su transmisión a un medio de trabajo cuya presión aumenta, y la consiguiente expansión produce trabajo. Una característica clave de los motores de combustión interna es que en cada ciclo se aspira aire fresco, luego se adiciona el combustible y se quema en el interior del motor, luego los gases quemados son expulsados del sistema y se debe aspirar nueva mezcla o aire; por lo tanto se trata de un ciclo abierto (Fig.2.1).

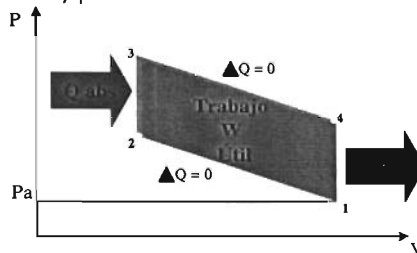


Fig.2.1 "Ciclo de Combustión Interna Genérico"

El ciclo de transformación de energía recibe el nombre de su inventor, Nicolás Augusto Otto, quien llevó a la práctica un sistema de operación del motor a base de válvulas cuyo uso se ha generalizado y se aplica prácticamente en la mayoría de los diseños de motores para automóviles. El motor de Otto, también conocido como Motor a gasolina, se dió a conocer en 1868 por su inventor.



Nicolás Augusto Otto

Para poder comprender como funciona un motor de combustión interna, es necesario familiarizarse con ciertos términos que describen sus características mecánicas, operacionales y de potencia (Fig.2.2).

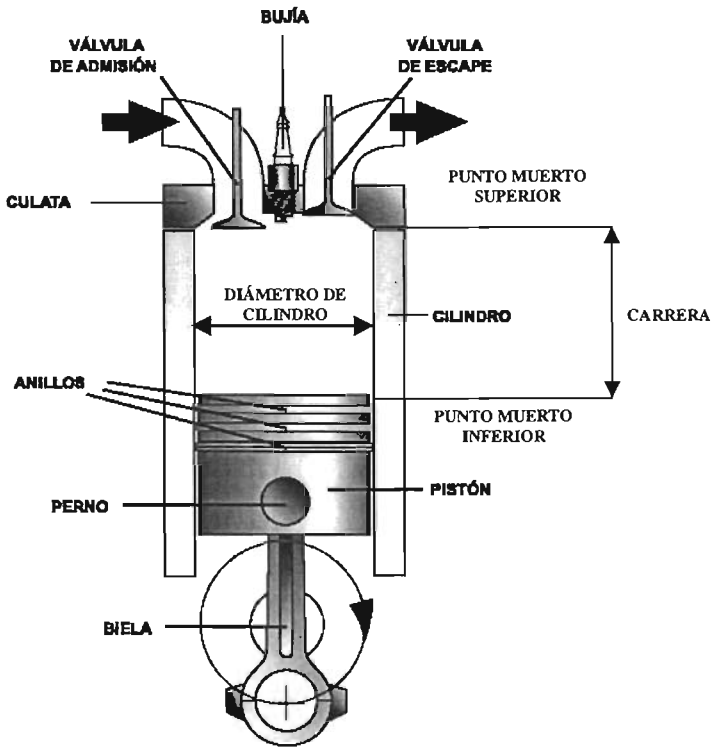


Fig. 2.2 "Términos de Motor"

Punto muerto superior (PMS): Es el punto más alto del viaje ascendente del pistón en el cilindro.

Punto muerto inferior (PMI): Es el punto más bajo del viaje descendente del pistón en el cilindro.

Carrera: Es la distancia en pulgadas recorrida por el cilindro en su movimiento desde el PMI hasta el PMS.

Diámetro del cilindro : Es el diámetro interior del cilindro, medida generalmente en pulgadas.

Giro: Es la distancia en pulgadas desde el centro del cojinete principal del cigüeñal al centro del pasador del cigüeñal o cojinete de la biela.

Volumen de combustión (CV) : Para un cilindro, es el volumen de la cámara de combustión situada sobre el pistón, cuando éste se encuentra en el PMS.

Desplazamiento ó cilindrada : Es la suma de los volúmenes admitidos por los cilindros del motor; si tomamos en cuenta que el cilindro es un cuerpo geométrico cuyo volumen se obtiene aplicando la fórmula de $(b \times a)$ y que "b" es la superficie de la cabeza del pistón y que "a" es igual a la distancia que existe entre la cabeza del pistón en su PMI y la culata, podemos obtener fácilmente el volumen del cilindro, después multiplicamos ese número por la cantidad de cilindros que tenga el motor y el resultado constituirá a la cilindrada, este concepto se expresa generalmente en centímetros cúbicos.

Volumen total: El volumen total del cilindro es el volumen sobre el pistón cuando éste está en el PMI y es igual a la suma del volumen del pistón y cilindrada.

Relación de compresión: Es la relación entre el volumen total de cilindro y el volumen de combustión y se calcula dividiendo el volumen total entre el volumen de combustión y se expresa como una relación (Ejemplo 10:1).

Eficiencia volumétrica: Es la relación que existe entre la cantidad de mezcla de aire-combustible que entra en el cilindro en la cámara de admisión y la cantidad requerida para llenar el cilindro a presión atmosférica, esto se expresa en porcentajes.

Caballaje: Un Caballo de Potencia es la energía necesaria para levantar un peso de 76 kilogramos, a la altura de 1 metro, en 1 segundo de tiempo. Con cualquier variación en alguno de estos factores, obtendremos un resultado mayor ó menor a un Caballo de Potencia.

El caballaje que desarrolla un motor puede ser medido por varios métodos, dos de estos métodos son caballaje al freno y caballaje SAE. El caballaje al freno de un motor es el caballaje desarrollado por el cigüeñal y se mide ya sea por un freno pony o por un dinamómetro.

El caballaje al freno puede calcularse por medio de la sig. fórmula.

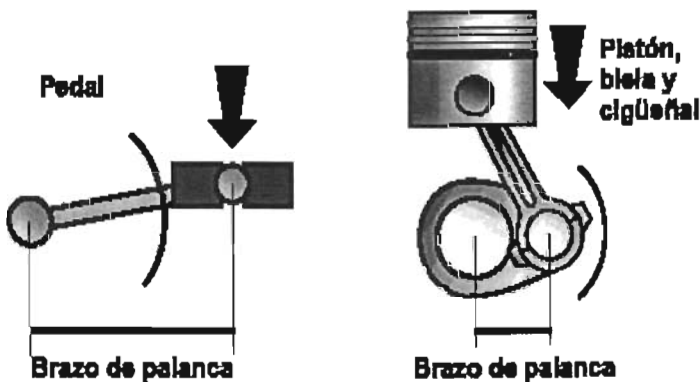
$$(2 \pi \cdot r \cdot w \cdot \text{rpm}) / 33,000 = \text{Freno HP}$$

Siendo: r = Longitud del brazo en pies.
 w = Peso de la escala en libras.
 r.p.m. = Velocidad del motor.

Cuando se utiliza un dinamómetro para medir el caballaje, el motor puede impulsar a un generador y la cantidad de energía producida se puede calcular para determinar el caballaje del motor. El caballaje SAE, se utiliza para comparar motores de acuerdo con el número y el diámetro de los cilindros. Para determinar el caballaje SAE se usa la siguiente fórmula:

$$\text{SAE hp} = ((\text{diámetro interior del cilindro})^2 \times \text{número de cilindros}) / 2.5.$$

Torque, Par motor ó Torsión: Es la capacidad que tiene un motor para realizar un trabajo, independientemente del tiempo que se tarde en hacerlo. Si tenemos un brazo de palanca de un metro de longitud y aplicamos sobre un mango una fuerza de un kilogramo, tendremos un torque de 1 Kg/m, es decir, un kilo por cada metro de palanca, el cual se expresa en Newton/metro (Nm).

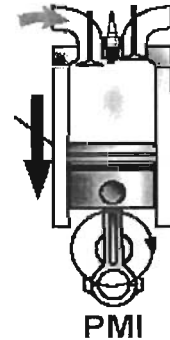


Para que un motor funcione, es decir se realice la transformación de energía química a energía mecánica es necesario que se cumplan los cuatro tiempos del ciclo Otto (Fig.2.1), a continuación se describe estos cuatro tiempos.

ADMISIÓN

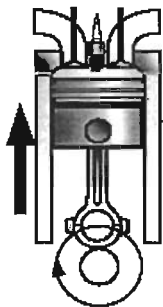
Paso 1 a 2 Ciclo Termodinámico

A partir de su punto muerto superior, el pistón inicia su carrera descendente. Al mismo tiempo, la válvula de admisión se abre y permite la entrada de la mezcla aire-combustible que llenará la cavidad del cilindro. El tiempo de admisión y la carrera del pistón terminan cuando éste llega a su punto muerto inferior (PMI).



COMPRESIÓN

Paso 2 a 3 Ciclo Termodinámico



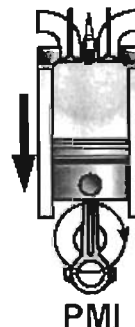
Al continuar girando el cigüeñal, el pistón inicia su carrera ascendente; la válvula de admisión se cierra y la mezcla aire-combustible queda confinada en el interior del cilindro donde es comprimida violentamente. Las partículas de combustible se encuentran entonces rodeadas apretadamente por partículas de oxígeno y en ese momento (PMS), tiene lugar la chispa entre los electrodos de la bujía de encendido.

PMS

TIEMPO DE FUERZA

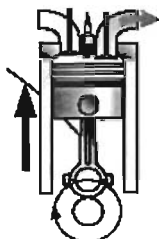
Paso 3 a 4 Ciclo Termodinámico

La mezcla aire-combustible se enciende por la chispa, desarrollando una elevada presión de gases en expansión. Como las válvulas siguen cerradas, los gases impulsan al pistón en su carrera descendente y la biela comunica esa fuerza al cigüeñal haciéndolo girar. Esta carrera del ciclo Otto es la única que produce energía, mientras que las otras tres la consumen en mayor o menor medida.



ESCAPE

Paso 1 a 4 Ciclo Termodinámico



El tiempo de escape es el último del ciclo y tiene lugar en la carrera ascendente del pistón. La válvula de escape se abre y permite la expulsión de los gases quemados que serán conducidos al exterior a través del tubo del escape. El ciclo se reanuda de inmediato ya que a continuación sigue de nuevo el tiempo de admisión y así sucesivamente en forma indefinida.

PMS

En los motores de combustión interna se libera, al quemarse en la cámara de combustión del cilindro "Energía", mediante una reacción química, y lo hace en forma de calor. Ese calor se produce por la dilatación de los gases presentes y un aumento de la presión dentro del cilindro (otra forma de energía). Dicha presión actúa sobre la cara del pistón y por medio del movimiento del pistón y su vinculación con la biela, transforma dicha presión en un trabajo mecánico (otra forma de energía) (Fig. 2.3)

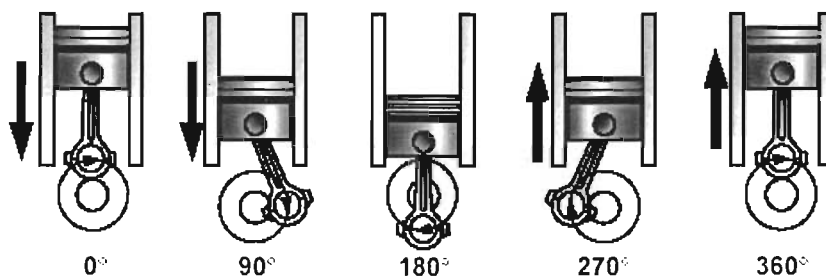


Fig 2.3 "Transferencia de Energía Química a Mecánica"

Al efectuar su trabajo dentro del cilindro, el pistón se desplaza en forma rectilínea y recíproca, es decir, va y viene en línea recta. Corresponde a la biela convertir ese movimiento del pistón en circular y continuo del cigüeñal. Del mismo modo en que al operar una manivela puede hacerse girar un mecanismo, o igual que al aplicar fuerza sobre los pedales de una bicicleta, cada uno de los pistones, a través de su biela respectiva, transmite su energía al cigüeñal.

Esta transmisión de energía tiene que estar balanceada para que se de el correcto funcionamiento de motor, para esto es necesario tener un orden de encendido que es la secuencia en que tiene lugar la chispa de la bujía en cada cilindro. Esta chispa coincide con el inicio de la carrera de fuerza respectiva y se presenta, en motores de cuatro cilindros en línea, de la manera siguiente: 1-3-4-2.

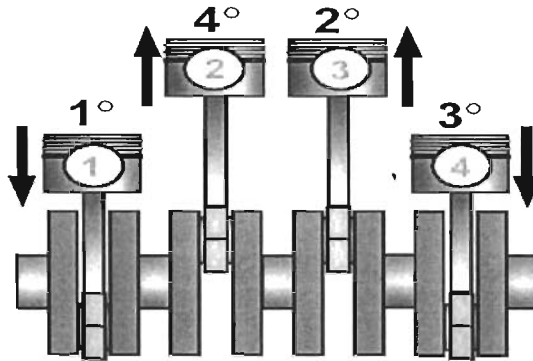


Fig 2.4 " Orden de encendido"

Es decir, que encenderá primero el cilindro número uno, después el número tres, a continuación el cuatro y por último el número dos. Este ciclo, como ya sabemos, se repite continuamente de modo que habrá sólo un pistón en carrera de fuerza, otro en carrera de compresión, uno más en carrera de admisión y otro en carrera de escape, en cualquier momento de giro del cigüeñal, siguiendo siempre ese orden de encendido (Fig.2.4).

Hasta ahora se han explicado los principios básicos de funcionamiento de un motor de combustión interna así como de las piezas mecánicas que intervienen en la transformación de energía química a mecánica. El MCI esta constituido por varias piezas auxiliares (Fig.2.5), así mismo de sistemas que ayudan para que el MCI pueda funcionar optimamente y pueda entregar el rendimiento teóricamente calculado.

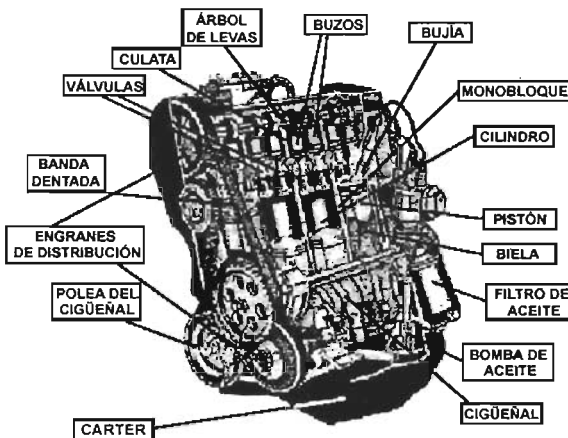


Fig 2.5" Componentes de un Motor de Combustión Interna"

2.2.- Sistemas del Motor de Combustión Interna

La generación, manejo y control de esa energía dentro, es un tanto compleja y requiere de una cantidad importante de elementos que trataremos de agrupar según sus funciones, a los distintos grupos de elementos que cumplen una función determinada los llamaremos "sistemas", y el conjunto de esos sistemas configurará lo que es un motor y sus accesorios.

Definiremos entonces como sistema a un conjunto de componentes que están afectados a una función común. Hay elementos que están dedicados al manejo de la mezcla y la combustión, otros que se ocupan de transmitir la potencia generada, algunos que servirán para lubricar, otros serán para enfriar el motor, etc. Sabemos que para que estos aparatos funcionen es necesario suministrarles una mezcla de aire y combustible, y que dicha mezcla será combustionada, y que el producto de esa combustión primero será aprovechado para generar trabajo y luego se expulsará lo que quede.

Para manejar el aire y el combustible; llevarlos al lugar adecuado para su combustión, introducirlos en el momento adecuado, combustionarlos y luego sacar los gases quemados definiremos un grupo de elementos al que llamaremos SISTEMA DE ADMISIÓN.

Para aprovechar la energía química del combustible, que por medio de la combustión se transforma en calor, hace falta un medio mecánico que transforme la presión en el interior de la cámara de combustión en un movimiento de rotación apto para impulsar las ruedas, y hace falta un receptáculo que contenga ese mecanismo. A este conjunto se lo denomina SISTEMA BÁSICO, o MOTOR BÁSICO.

Todos los elementos mecánicos internos del motor, tienen contacto entre sí, y en algunos casos transmiten esfuerzos muy intensos. La fricción entre partes solicitadas intensamente genera calor por rozamiento.

Hay partes que están expuestas directamente a la llama de la combustión, con su consecuente elevación de temperatura. Hay otros componentes que se ocupan de evitar que la presión generada por los gases de combustión se fugue y necesitan para ello un elemento que los ayude a sellar el paso de gas. Finalmente recordemos que la combustión de gasolina es un proceso relativamente sucio, que genera partículas carbonosas y otros subproductos que deben ser eliminados. Todas estas funciones están a cargo del SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

La máquina que nos ocupa está clasificada en idioma científico como una máquina térmica, es decir que se ocupa de hacer evolucionar calor. El calor tiene una manifestación física bien conocida por nosotros: la temperatura, nuestro

motor maneja cantidades importantes de calor, del que en el mejor de los casos aprovecha un 35% para impulsar el vehículo, el resto se pierde.

Si solo se aprovecha un tercio del calor que se genera, cabe preguntarse ¿A donde va a parar el resto?. Una buena parte se elimina por medio de los gases de escape, muy poco es irradiado por el propio motor, y el resto lo hace por medio del SISTEMA DE ENFRIAMIENTO y como ya mencionamos también, por el sistema de lubricación. Cuando se trata de motores de encendido por chispa obviamente alguien deberá proveer corriente eléctrica para generar dicha chispa, y sea gasolina ó diesel nuestra planta impulsora, necesitaremos un motor de arranque para que comience a andar.

En los vehículos de nueva generación de VW la cantidad de artefactos con funcionamiento eléctrico está aumentando vertiginosamente, y toda la energía necesaria para que funcionen tiene en definitiva su origen en el motor. Acoplado a él, siempre existe un generador (alternador) que toma parte del trabajo generado por el motor y lo transforma en energía eléctrica. El generador y los accesorios eléctricos necesarios para el motor configuran el SISTEMA ELÉCTRICO.

Los vehículos que poseen INYECCIÓN ELECTRONICA, normalmente contienen una central de control asistida con microprocesadores, que también se ocupa de controlar el salto de chispa del encendido.

Tenemos también un grupo de elementos que se ocupan de proteger el medio ambiente y hacer que los automóviles nos proporcionen una solución placentera a nuestros desplazamientos. Adaptar el motor de combustión interna de un vehículo para que no sea un aparato agresivo a nuestros sentidos, y fuente de contaminación ambiental, no es tarea sencilla, gases tóxicos y ruidos estrepitosos están asociados a los motores por el SISTEMA DE ESCAPE.

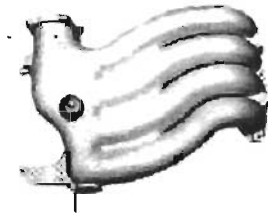
Ya identificamos entonces los sistemas principales de un motor, la idea es ir identificando los componentes más importantes de cada uno de estos sistemas, describiéndolos en sus funciones básicas y piezas que lo constituye.

- Sistema de Admisión.
- Sistema de Lubricación.
- Sistema de Enfriamiento.
- Sistema de Inyección.
- Sistema Eléctrico.
- Sistema de Escape.

2.3.- Sistemas del Motor a Gasolina

2.3.1.- Sistema de Admisión

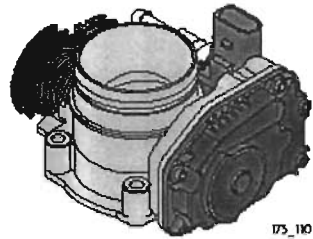
Este sistema de admisión está diseñado para poder canalizar el aire necesario para la combustión, este aire a su vez debe ser filtrado para que no pueda contaminar el interior del motor y pueda causar un daño, los componentes que constituyen el sistema de aire de admisión son :



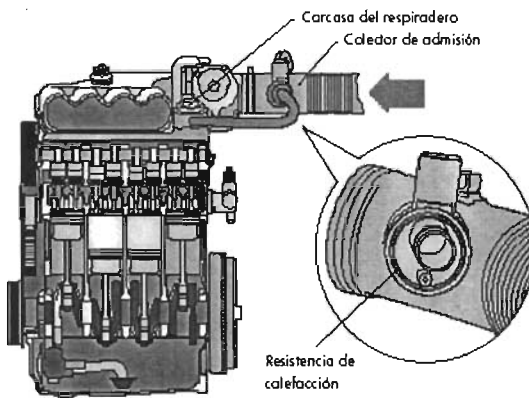
Unidad de conductos que dirigen el aire requerido para la combustión hasta la entrada de cilindros en la cabeza. Generalmente son tantos ductos como el número de cilindros del motor. Puede ser hecho de fundición gris, de aluminio ó de plástico.

Múltiple de Admisión

Dispositivo que controla el paso del aire exterior hacia el motor. Consiste en una válvula de estrangulación accionada por el pedal del acelerador; en la medida en que se oprime el pedal, la válvula se abre. Se encuentra ubicada a la entrada del múltiple de admisión y dispone de sensores y actuadores para controlar su operación.



Cuerpo Mariposa

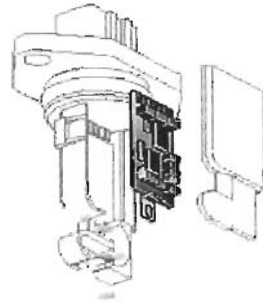


Regulación de gases del cárter

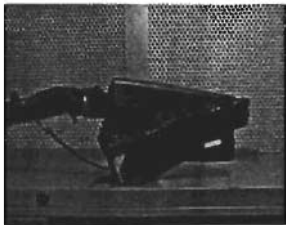
Como se sabe, para compensar las diferencias de presión en el cárter del cigüeñal se monta un respiradero. El monoblock, desde el carter de aceite hasta la tapa de la cabeza de cilindro, no sólo se invade con niebla de aceite procedente del cárter, sino también los gases que se fugan de la cámara de combustión a través de la zona de los segmentos, se realimenta esta mezcla de

niebla aceitosa y gases a través del respiradero en la tapa de la cabeza de cilindro hacia el colector de admisión. Para evitar que estos vapores puedan condensar y congelarse en invierno al ingresar en el colector de admisión, se ha equipado el sitio de la entrada con una resistencia de calefacción anular eléctrica.

El medidor de la masa de aire, por película caliente con detección de flujo inverso mide el aire aspirado, procediendo de una forma mucho más exacta. Ello mejora la calidad de la mezcla de combustible y aire, lo cual se traduce en un menor nivel de emisiones contaminantes de escape y un menor consumo de combustible. El nuevo elemento sensor va protegido en una ampolla de vidrio. De esa forma se le protege contra impurezas en el aire aspirado, tales como vahos de aceite y humedad.



Medidor de la masa de aire



Filtro de Aire

El filtro de aire separa las partículas del polvo contenido en el aire aspirado, evitando que entre al motor partículas que puedan dañar el motor y absorbe el ruido del aire aspirado por el motor.

2.3.2.- Sistema de Lubricación

Todas las superficies metálicas que tienen que deslizarse una sobre la otra necesitan lubricarse, debido a la alta fricción generada, para esta lubricación tenemos el aceite del motor, sus 4 principales objetivos del aceite son:

Lubricar, enfriar, limpiar y hermetizar.

Lubricar:

La fricción seca debe transformarse en una amortiguada por líquidos. La fricción seca entre superficies metálicas tendría como resultado un fuerte desgaste. Sobre todo en los puntos donde hay alta presión al mismo tiempo que

fricción, la lubricación constante por medio de aceite es importantísima. Si nos imaginamos los cojinetes del cigüeñal, como ejemplo, trabajando sin aceite, en muy poco tiempo estarían deshechos.

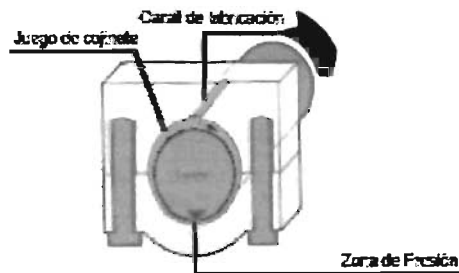
La superficie más lisa, vista a través de un microscopio, es bastante áspera. Bien puede imaginarse que esas dos superficies sin aceite se desgastarían una y otra, así en muy poco tiempo estarían destruidas.



Bajo el microscopio uno podría observar la forma en que el aceite separa las dos superficies para evitar la fricción directa entre ellas, aunque estén bajo una fuerte presión. Las moléculas (componentes, microscópicos) del aceite, evitan el contacto directo entre las 2 superficies ásperas.



Entre los muñones de un árbol de levas ó un cigüeñal y los cojinetes hay un juego de pocas centésimas de milímetro, para que pueda girar libremente la parte interior, debido a las presiones que se forman en estos lugares, también el aceite debe llegar con una presión de varios bar (Kg/cm^2) para que las superficies metálicas al girar no entren en contacto directo, al girar el muñón dentro del cojinete, va arrastrando el aceite en el sentido de rotación, formando una película pareja en pocas vueltas. Entre más rápido gira el motor, más aumenta también esa acción de distribución del aceite. En la zona de presión se forma una especie de cuña de aceite, la cual carga el cigüeñal o el árbol.



Lubricación del cigüeñal

Enfriar:

Al hacerse la combustión en las partes del motor, se genera gran cantidad de calor que debe conducirse hacia afuera. El aceite del motor entra en contacto con las partes de alta temperatura antes que el aire o el agua de enfriamiento. También absorbe parte de calor, de modo que llega caliente al carter, donde se enfría por el contacto de éste con el aire.

El aceite sobre todo enfría los cilindros y los pistones. Según el clima o la estación del año se usa aceite de distinta viscosidad. En climas cálidos o en verano en los climas extremos, se usa aceite más espeso, ya que el calor lo hará más delgado. En cambio en la época fría en climas extremos, se usa un aceite más delgado, ya que el frío lo hará un poco más espeso. Eso es porque el aceite siempre aumenta su viscosidad (se hace más espeso) al bajar la temperatura y se hace más delgado al subir. Si se calienta demasiado, puede darse el caso que la película de aceite se adelgace, las superficies metálicas entran en contacto directo y se destruyen una y otra. Hoy a menudo se usan aceites de varias áreas de viscosidad, los cuales tienen aditivos químicos que lo hacen adecuados para trabajar en verano y en invierno en climas cálidos ó en fríos.

La viscosidad del aceite del motor se indica en grados. Entre más delgados sea el aceite, más bajo es el número de viscosidad. Un aceite de motor del grado SAE 10 es sumamente delgado. Este tiene una buena consistencia cuando hace frío para que en invierno se inicie luego la lubricación de las paredes de los cilindros y de los pernos de los pistones por salpicadura desde el pie de la biela, se necesita un aceite bastante delgado. Un aceite de motor del grado SAE 40 es un aceite ya bastante espeso para el verano, resiste más calor que el aceite delgado, de modo que es el adecuado cuando hace calor. Los aceites multigrados que hoy se usan, tienen una base de aceite delgado con aditivos químicos.

Un aceite SAE 15/50 es bastante delgado, pero al aumentar la temperatura entran en acción sus aditivos químicos, que mantienen su estabilidad y evitan que la película de aceite se destruya, el recomendado en México para motores a gasolina sin turbo es el SAE 15 W 40.

Limpieza:

Los aceites para motores modernos tienen aditivos que son para mantener en suspensión los residuos de combustión y partículas metálicas, para que no se puedan depositar en el sistema de presión, obstruyéndolo. Tales aceites se identifican por medio de las letras HD abreviatura de palabras inglesas que significan Servicio Pesado.

El fitro de aceite recolecta esta serie de impurezas del sistema, el aceite llega por su ducto al filtro, el cual se compone de papel poroso delgado, igual que el purificador del aire. El papel recoge toda impureza burda y así limpia el aceite. El filtro de aceite debe reemplazarse a los intervalos prescritos, para que nunca trabaje obstruido.

Nota: en los filtros de aceite se tiene una válvula de sobrepresión que actúa cuando se tapa el elemento filtrante.

Hermeticidad:

Como hermetizante, la película de aceite entre el pistón y el cilindro sirve como sellador fino entre el conjunto cámara de combustión/compresión y cilindro por un lado y la caja cigüeñal por el otro. El aceite del motor en los pistones y las superficies interiores de los cilindros no sólo está expuesto a mucho calor, sino también a alta presión. Debe ser capaz de sellar, a pesar de altas presiones, para lo cual es estabilizado por medio de aditivos químicos.

En el sistema de lubricación del motor se tienen 2 tipos de lubricación:

Lubricación por presión :

La bomba del aceite empuja el aceite hacia el buje del distribuidor, los cojinetes del cigüeñal, del árbol de levas, a través de ductos, desde los extremos de los cojinetes corre en forma de goteo de regreso hacia el cárter.

Lubricación por salpicadura o aspersión de aceite:

El aceite que regresa de los cojinetes rebota por todos lados por el movimiento de los pistones, las bielas, el cigüeñal, el árbol de levas y el intermedio, debido a la presión que al mismo tiempo se forma en el monoblock se atomiza este aceite, de modo que llega hasta los lugares más remotos del motor (Fig.2.6).

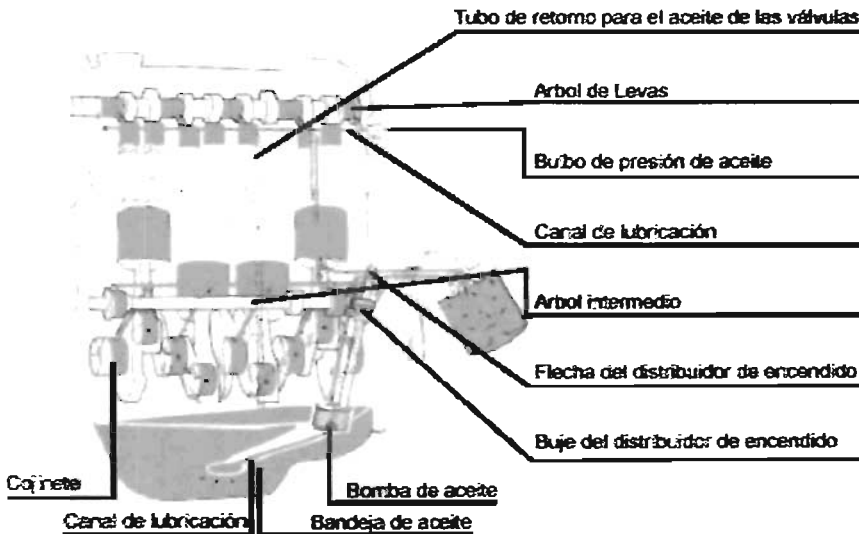
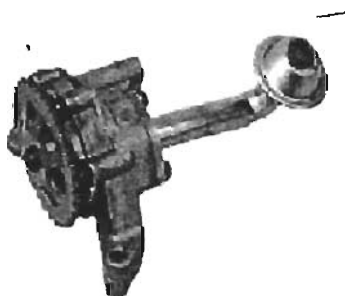


Fig.2.6 "Sistema de lubricación de un MCI"

La bomba del aceite se compone de dos engranes dentro del cárter, que al girar forman vacío de una lado y presión del otro. Uno de esos engranes es impulsado desde la flecha propulsora de la bomba y el árbol intermedio; el otro engrane corre libre, por engranar con el primero. La bomba de aceite succiona el aceite desde el cárter y lo lleva a los bujes del distribuidor, del árbol intermedio y del árbol de levas, así como a los cojinetes de bancada del cigüeñal, de donde pasa por las perforaciones del cigüeñal a los cojinetes de biela. La válvula de sobrepresión es para limitar la presión del aceite.

Si fuera demasiada alta la presión sería inadmisibles, por ejemplo en retenes, juntas del motor y filtro de aceite.



Bomba de aceite

2.3.3.- Sistema de Enfriamiento

El sistema de enfriamiento de un motor está diseñado para alejar el calor del metal que rodea la cámara de combustión. El calor desarrollado por la combustión puede ascender a los 4500 °F y aproximadamente la tercera parte de este calor se aleja por el sistema de enfriamiento.

Existen dos sistemas generales de enfriamiento:

- Sistema de enfriamiento por aire.

- Sistema de enfriamiento por líquido.

En VW hasta el año del 2003 para ser más exactos el 30 de julio del 2003 dejó de producirse el único motor enfriado por aire, este motor fue el pionero de los autos compactos llamado SEDAN con un motor de 1.6 lt de forma horizontal opuesto.

Este sistema de enfriamiento ya no es común por lo cual nos enfocaremos solamente en hablar del sistema de enfriamiento por líquido.

Los componentes del sistema de enfriamiento por líquido de un MCI son:



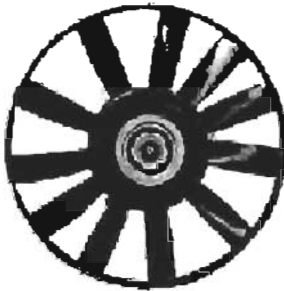
Bomba de Agua

Del tipo de propéla, es movida por el motor por medio de una banda. Mantiene en circulación el líquido refrigerante a través de las galerías de enfriamiento del monobloque y de la cabeza de cilindro hasta el radiador.

Dispositivo termosensible que opera por dilatación y se encuentra ubicado en el curso del líquido refrigerante. Su válvula cierra el flujo de éste cuando el motor está frío y evita que pase por el radiador para acelerar el periodo de calentamiento. Conforme el motor alcanza su temperatura de trabajo la válvula se abre paulatinamente y viceversa en el proceso de enfriamiento.



Termostato



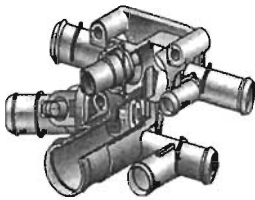
Ventilador

Cuando el vehículo se desplaza, basta con el viento que pasa por el radiador para lograr un buen enfriamiento, pero en tráfico denso, un sensor térmico (bulbo) hace funcionar el motoventilador eléctrico para lograr el mismo efecto. También existen ventiladores con un acoplamiento viscoso que hace girar las aspas en la medida que sube la temperatura del motor. En ambos casos se busca que el motor no gaste energía para mover el ventilador cuando no se necesita.

Los radiadores modernos se fabrican generalmente de aluminio para reducir el peso del vehículo. El líquido refrigerante circula por el radiador, impulsado por la bomba, a través de tubos dotados de aletas de enfriamiento que por su gran superficie expuesta al paso del aire, enfrían el líquido refrigerante. Éste regresa al motor en un ciclo ininterrumpido que le permite acarrear más calor desde el motor y dejarlo en el aire que pasa por el radiador.



Radiador



Caja de distribución de líquido refrigerante

La caja de distribución del líquido refrigerante se monta directamente en la cabeza de cilindro, (es recomendable contemplarla en dos niveles.)

Por parte del nivel superior se alimenta el líquido refrigerante hacia los diferentes componentes.

En el nivel inferior de la caja de distribución se encuentra conectado el retorno de líquido refrigerante, procedente de los diferentes componentes.

Un conducto vertical comunica el nivel superior con el inferior.

El termostato abre y cierra el conducto vertical por medio de su platillo de válvula pequeño. La caja de distribución del líquido refrigerante es prácticamente la estación distribuidora del líquido refrigerante.

La caja de distribución del líquido refrigerante es uno de los nuevos sistemas de control que WV ha diseñado para el mejor rendimiento de los MCI, este sistema de enfriamiento es conocido con el nombre de Refrigeración electrónica (Fig. 2.7).

Las características principales de este nuevo sistema son la asignación de la temperatura teórica en función de la carga, la regulación de la temperatura del líquido refrigerante por medio de termostato y la gestión de la activación y desactivación de los ventiladores.

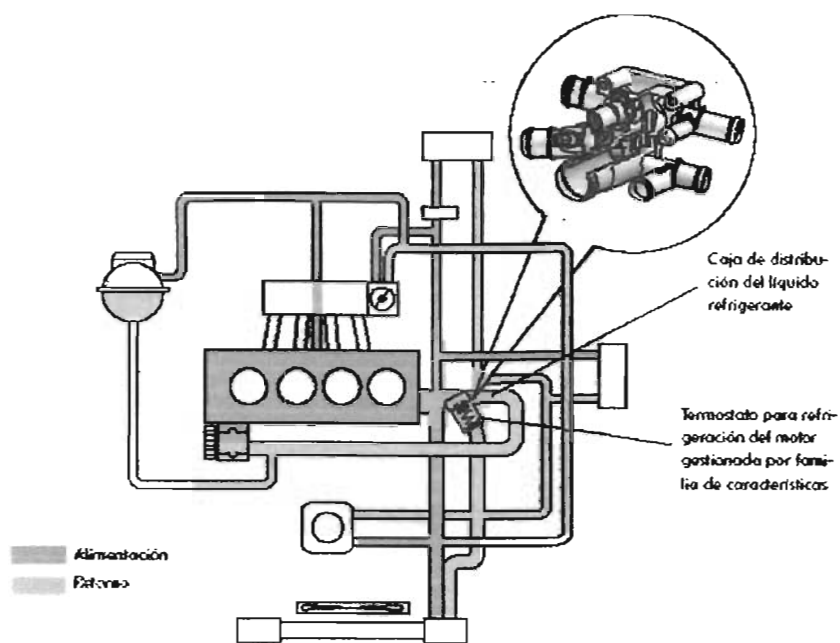


Fig. 2.7 " Refrigeración electrónica" (Sistema de refrigeración regulado electrónicamente)

Las ventajas obtenidas con la adaptación de la temperatura del líquido refrigerante a las condiciones operativas momentáneas son:

- Reducción del consumo de gasolina a régimen de carga parcial.
- Reducción de las emisiones brutas de CO y HC.

El uso de este sistema se ha aplicado a motorizaciones de gran caballaje y potencia ya que la generación del calor es demasiado alta.

Para motores convencionales es decir, con capacidad de desarrollo medio son enfriados con el sistema tradicional de enfriamiento, por lo que motores enfriados por agua, tienen un pasaje llamado conducto de agua que rodea a cada cilindro, el calor de la combustión es conducido a través de las paredes de los cilindros y transferido al agua que se encuentra en los conductos de agua. El agua circula fuera de los conductos, se enfría y regresa después lista para acumular más calor. Esta circulación mantiene una temperatura de trabajo segura e impide que se dañen las partes del motor (Fig.2.8).

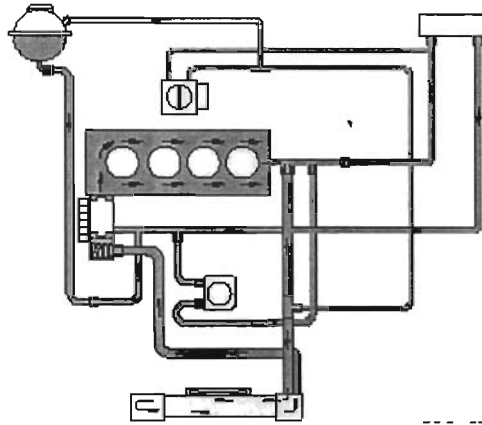


Fig.2.8 "Sistema básico del funcionamiento del sistema de enfriamiento"

Una temperatura eficiente del motor se mantiene controlando la circulación del agua por medio de un termostato, que es una válvula de control de calor, montado en la manguera superior. Cuando el motor está frío, la válvula del termostato está cerrada impidiendo la entrada del líquido, a medida que se va calentando el motor, la válvula se abre para permitir la suficiente circulación del líquido y mantener la temperatura necesaria.

Hemos hablado hasta ahora de los componentes que constituyen el sistema de enfriamiento de un MCI además del objetivo principal del sistema, ahora nos toca hablar de la parte primordial del sistema de enfriamiento y esto es el tipo del líquido utilizado para que se pueda dar esta condición de enfriamiento.

En el invierno el agua (H₂O) se congelaría en el radiador y en los conductos, teniendo como consecuencia un gran daño en los componentes del motor debido a la expansión del proceso de solidificación del fluido y en temperaturas altas el agua llegaría a su punto de evaporación, trayendo como consecuencia la elevación de la presión en los conductos llevándolos a su punto de ruptura.

Estos dos estados del agua (H₂O) debemos de controlarlos en MCI por lo cual se han fabricado sustancias que pueden ser óptimas para el control de la temperatura de un MCI, esta sustancia es conocida comúnmente como Líquido refrigerante, estas sustancias están compuestas de glicol etileno, glicerina y alcohol, la más popular es la base glicol etileno.

Esta solución es conveniente pues brinda protección a temperaturas -20°F , y además no hierve sino hasta temperaturas de 223°F . Como esta temperatura es muy superior al punto de ebullición del agua, la solución del glicol etileno es recomendable para usarse en automóviles último modelo cuyo sistema de enfriamiento trabajan a los 180°F .

2.3.4.- Sistema Eléctrico

VWM siempre ha buscado la optimización de sus productos, buscando una satisfacción de sus clientes, además de cumplir requerimientos estrictos gubernamentales en el aspecto de emisiones contaminantes y de seguridad, y un alargamiento de la vida de sus productos, el sistema eléctrico juega un papel muy importante para que esto se pueda cumplir.

El sistema eléctrico de MCI esta constituido por dos circuitos:

- Circuito Primario
- Circuito Secundario

El circuito primario ó de bajo voltaje; el cual consiste en la batería, el switch de encendido, con una generación de 6 a 12 voltios, y el circuito secundario ó de alto voltaje el cual está formado por las bujías con una generación de 15,000 a 25,000 voltios.

Esta diferenciación de los voltajes es muy importante ya que de esto depende que funcionen óptimamente los diferentes componentes auxiliares de control y monitoreo del funcionamiento del MCI, los componentes auxiliares los podemos clasificar de dos formas:

- Actuadores
- Sensores

Estas dos clasificaciones detectan las magnitudes y condiciones operativas necesarias para el buen funcionamiento del motor en diferentes condiciones de funcionamiento y recibe valores de medición de otras unidades de control, a través de interfaces.

Toda la información recabada por los sensores y actuadores como son: las funciones básicas de inyección, encendido y excitación de la mariposa servoaccionada (acelerador electrónico), a través del transmisor de posición del acelerador, son enviadas a una Unidad de Control Eléctrica.

Los sensores y actuadores están sujetos a una vigilancia continua a través del sistema de diagnóstico de a bordo OBD (On Board Diagnose).

Por medio del OBD también se realiza un autodiagnóstico a través de la unidad de control del motor. La unidad de control del motor transmite valores de medición a través del CAN-Bus de datos, también recibe a su vez las señales que necesita para sus propias necesidades de análisis y gestión. Los parámetros de ajuste y los valores de autoadaptación se memorizan en una EEPROM. Los valores variables se pueden sobrescribir en esa memoria. La memorización se realiza durante la fase activa post-marcha después de la desconexión del encendido. La EEPROM mantiene memorizados los valores incluso si se desconecta la batería.

SENSORES

ACTUADORES

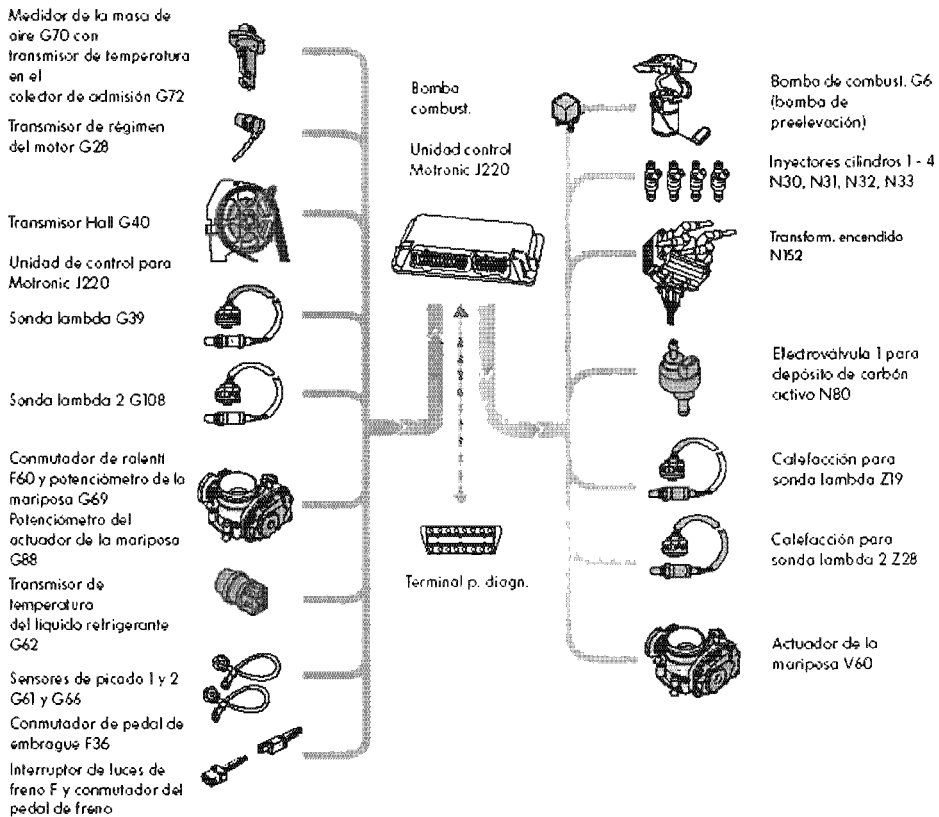


TABLA DE ACTUADORES Y SENSORES QUE INTERVIENE EN EL CONTROL DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL MCI DE VW.

Es necesario señalar que de algunos de los elementos de actuadores y sensores ya hemos hablado en los anteriores sistemas de funcionamiento del MCI; por lo que solamente explicaré la relación que tiene cada elemento desde el punto de vista de control y monitoreo de aspectos esenciales de: presiones, temperaturas y señales del correcto funcionamiento del MCI .

- **Tensión de la red de abordo.**

Para el arranque, la unidad de control del motor necesita una tensión mínima de 6,5 Volts, procedente de la red de a bordo, en cuyo caso pueden llegarse a presentar unas leves restricciones en el funcionamiento de la unidad de control del motor. A partir de los 10,7 Volts es posible el arranque sin restricción alguna.

- **Transmisor de régimen del motor**

El número de vueltas del motor se capta con ayuda del transmisor de régimen del motor (transmisor inductivo) y se procede a actualizar cada segmento. Un segmento abarca un ángulo de cigüeñal de 720 grados, dividido por el número de cilindros.

Si se daña este transmisor, se procede a determinar el régimen del motor analizando las señales del transmisor Hall para el árbol de levas. El régimen se somete a una resolución de 1 rpm; el margen de los valores abarca desde 0 hasta 8.160 rpm. El régimen mínimo detectable es de unas 30 rpm.

- **Transmisor Hall**

El transmisor Hall G40 detecta la posición del árbol de levas y se utiliza ahora, entre otras cosas, como transmisor de arranque rápido. Con la anulación del distribuidor de encendido, fué necesario instalar el transmisor Hall en una nueva posición. Se encuentra ahora detrás de la rueda impulsora del árbol de levas. La rueda generatriz de impulsos va adosada ahora a la rueda de impulsión del árbol de levas.

Dos ventanillas de exploración en la rueda generatriz de impulsos son largas y dos ventanillas son cortas, debido a ello se generan secuencias de señales características para la detección de cada 90° de giro del cigüeñal. La unidad de control del motor detecta así la posición del árbol de levas y gestiona la inyección del combustible y el encendido, antes de que el motor haya alcanzado la media vuelta (transmisor de arranque rápido). De ese modo mejora el comportamiento de arranque en frío.

Durante la fase del arranque en frío se produce así un menor nivel de emisiones de escape.

- **Transmisor de posición del acelerador.**

El transmisor de posición del acelerador consta de dos potenciómetros, alojados en la carcasa del transmisor de posición del acelerador. El sistema de dos canales ha sido implantado por motivos de seguridad y, en caso de averiarse uno de ellos, permite una función de emergencia con el segundo canal (redundancia).

El transmisor de posición del acelerador está integrado en el sistema del acelerador electrónico. Previo análisis de las tensiones de ambos canales se determinan los deseos expresados por el conductor a través del acelerador, para el cumplimiento correspondiente.

- **Medidor de la masa de aire y transmisor de presión en el colector de admisión.**

El nuevo medidor de la masa de aire, por película caliente con detección de flujo inverso mide el aire aspirado, procediendo de una forma mucho más exacta. Ello mejora la calidad de la mezcla de combustible y aire, lo cual se traduce en un menor nivel de emisiones contaminantes de escape y un menor consumo de combustible. El nuevo elemento sensor va protegido en una ampolla de vidrio, de esa forma se le protege contra impurezas en el aire aspirado, tales como vahos de aceite y humedad.

El elemento sensor consta de dos termosensores antes y después del elemento de calefacción. Con este principio de medición se registran los flujos inversos del aire aspirado.

- **Transmisor de temperatura del aire aspirado**

El transmisor de temperatura del aire aspirado NTC se integra en la carcasa del medidor de la masa de aire. La tensión de salida de este transmisor se somete a linealización a través de un algoritmo en la unidad de control del motor y se transforma en el valor de la temperatura. El valor de la temperatura se necesita como parámetro para varias funciones. A título de ejemplos cabe mencionar aquí el modelo matemático de la presión en el colector de admisión y el cálculo del ángulo de encendido.

- **Transmisor de temperatura del líquido refrigerante.**

Para detectar las temperaturas del líquido refrigerante se instala respectivamente un NTC para líquido refrigerante (NTC= termistor de coeficiente de temperatura negativo) a la salida del motor y en el retorno al radiador. El sensor a la salida del motor es una versión standard en todos los sistemas de gestión. El sensor en el retorno al radiador únicamente se instala en sistemas de regulación de temperatura del líquido refrigerante. Según el estado de carga del

motor, se encarga de mantener el líquido dentro de un margen de temperaturas comprendidas entre los 85° y 110 °C.

- **Temperatura del aceite del motor.**

El modelo matemático de temperatura del aceite de motor ha sido desarrollado como sustituto del transmisor de temperatura del aceite. En una familia de curvas características se procede a calcular la temperatura del aceite. La familia de curvas características contempla los siguientes parámetros: temperatura del aire del entorno, temperatura del agua, carga, régimen, velocidad de marcha y el comportamiento de caldeo del motor. La temperatura del aceite halla una segunda aplicación dentro del marco del EOBD. En esta función de diagnóstico se evalúa (valora) la evaporación total de los residuos de combustible en el aceite de motor, a base de analizar la temperatura del aceite de motor.

- **Sondas lambda.**

La gestión de motores se implanta en versiones variantes con sonda lambda lineal y sonda lambda en binario. Debido a su implantación durante muchos años en la serie, las sondas binarias han resultado ser más económicas y robustas. La sonda lambda binaria, debido a sus características específicas, únicamente esta en condiciones de distinguir entre la escasez de aire (mezcla rica) y el exceso de aire (mezcla pobre) en la combustión. El calificativo acerca de la mezcla es, por tanto, una expresión digital.

La regulación sólo puede establecerse para un valor teórico de $\lambda = 1$. La sonda lambda lineal (actualmente Bosch LSU 4.2), por su parte, suministra una señal de salida proporcional a λ , permitiendo así una regulación continua polivalente, con acciones rápidas. El valor teórico λ puede ser definido libremente dentro de unos límites extensos, lo cual permite establecer un funcionamiento regulado con λ desigual a 1.

- **Sensores de picado.**

Un sensor de picado es un transmisor piezo-resistivo, que se fija al monoblock del motor, para captar allí la sonoridad física del interior, causada por una combustión detonante. La combustión detonante genera ondas expansivas cargadas de energía, que se perciben acústicamente en la gama de regímenes inferiores (cascabeleo o picado) y que pueden causar la destrucción de componentes del motor a regímenes superiores. La tendencia al picado viene definida esencialmente por la relación geométrica de la compresión y el poder antidetonante del combustible empleado. El número de sensores de picado se rige por las condiciones dadas, tales como el número de cilindros y la calidad de la detección en la posición prevista para cada sensor.

- **Distribución estática de la alta tensión de encendido.**

La doble bobina de encendido viene a sustituir a la combinación de la bobina de encendido simple con distribuidor. Se instala sobre el monoblock del motor, encima de la carcasa del filtro de aceite. La doble bobina de encendido trabaja con una chispa adicional perdida, alimentando respectivamente la tensión de encendido para dos bujías:

- Las bujías de los cilindros 1 y 4.
- Las bujías de los cilindros 2 y 3.

Una pareja de cilindros alcanza siempre simultáneamente el punto muerto superior. Un cilindro se halla en la carrera de compresión y el otro en la de escape, ambas bujías producen la chispa simultáneamente, perdiéndose siempre una sin efecto en la carrera de escape. Después de que el cigüeñal ha dado una vuelta más de 360° se repite el encendido para ambos cilindros, produciendo respectivamente una chispa en la carrera de compresión y otra en la de escape. En la otra pareja de cilindros, las operaciones de encendido se desarrollan de forma análoga, cada a 180° del cigüeñal.

En la Fig.2.9 se pueden observar el lugar de los sensores y actuadores que intervienen en el control del motor de combustión interna, para su correcto funcionamiento.

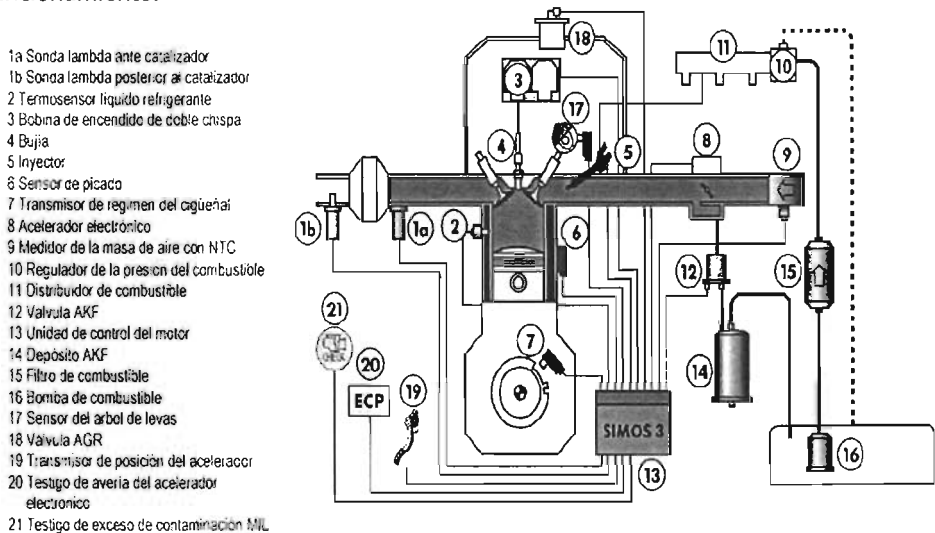


Fig.2.9 "Sensores y Actuadores en un MCI"

2.3.5.- Sistema de Escape

Este sistema es el que canaliza los residuos del proceso de combustión, estos residuos son elementos químicos venenosos , estos gases contaminantes son: CO, HC, NOx, N2, O2.

Como parte del cumplimiento de requerimientos gubernamentales en el aspecto de emisiones contaminantes hacia la atmósfera se han diseñado sistemas de control de los mismos tomando en consideración el diseño propio del motor.

VW ha diseñado un sistema que regula de forma automática la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, el cual es modificado de acuerdo a los requerimientos gubernamentales de cada país (Fig. 2.10).

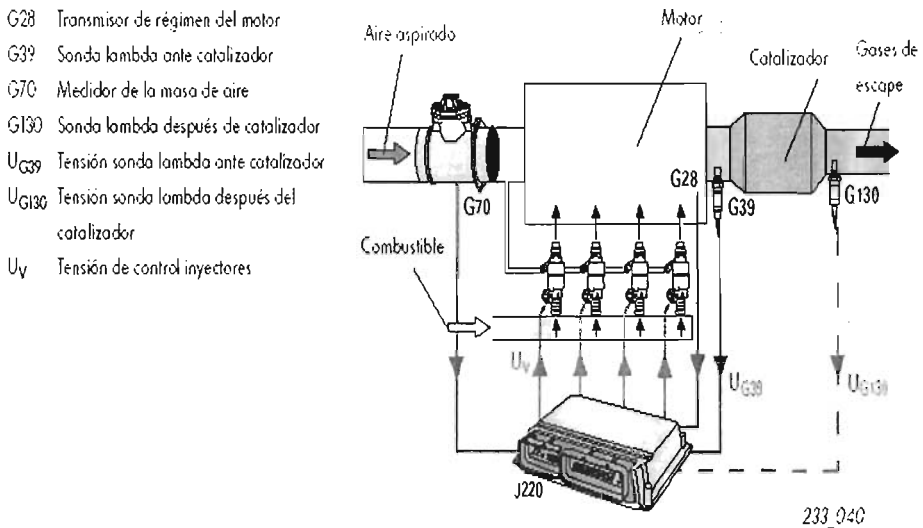


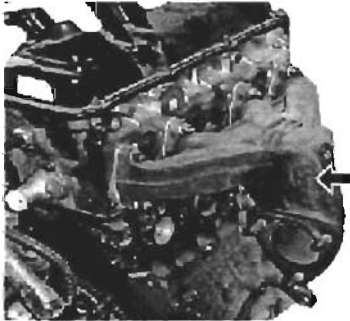
Fig. 2.10 "Sistema de regulación de gases de escape"

Las señales relativas a la masa de aire y al régimen del motor constituyen la base para la señal de inyección (Uv). Con ayuda de la señal procedente de la sonda lambda, la unidad de control del motor calcula el factor de corrección adicional para la inyección, que debe intervenir con motivo de la regulación lambda (aumentar/reducir). El continuo intercambio de datos da por resultado así los ciclos de regulación. En la unidad de control está programada así mismo la familia de características lambda. Tiene definidos los diferentes estados operativos del motor. Con ayuda de un segundo circuito de regulación se procede a corregir el desplazamiento de la curva de tensión dentro de un margen definido

(autoadaptación), lo cual asegura una composición de la mezcla estable a largo plazo.

La regulación de la sonda postcatalizador tiene prioridad ante la de la sonda precatalizador, al mismo tiempo se verifica el grado de conversión catalítica (medida de la depuración) del catalizador por parte de la sonda 2. La unidad de control del motor compara las tensiones UG39 de la sonda ante catalizador y UG130 de la sonda postcatalizador. Si esta relación proporcional difiere del valor teórico, se detecta como función anómala del catalizador y se inscribe como avería en la memoria. Las curvas de tensión de ambas sondas pueden ser comprobadas con el autodiagnóstico. Efectos en caso de ausentarse la función; si se avería la sonda ante el catalizador, deja de funcionar la regulación lambda. La autoadaptación se bloquea. El sistema adopta la función de emergencia a través de un control por familia de características. En caso de averiarse la sonda posterior al catalizador se sigue efectuando la regulación lambda. El funcionamiento del catalizador no se puede verificar en ese caso.

Los elementos que intervienen en el sistema de gases de escape son:

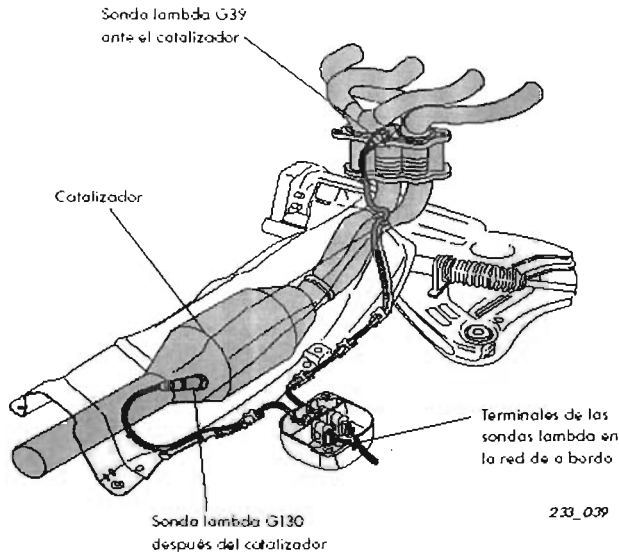


Unidad de ductos de fundición gris que se ocupa de llevar los gases residuales de la combustión, desde la culata hasta el tubo del escape.

Múltiple de escape

El catalizador es el componente central para la depuración de los gases de escape. Después de que, en sus orígenes, se implantaba el sistema no regulado, en la industria de automoción ya sólo se utiliza actualmente el sistema regulado por medio de sondas lambda. Desde el punto de vista químico, un catalizador es una materia que propicia una reacción química, la acelera ó propiamente la hace posible, la materia misma, en nuestro caso metales nobles como el platino, rodio y/o paladio, no participa directamente en la reacción, en virtud de lo cual tampoco se desgasta.

Para la buena eficacia del catalizador es importante que tenga una superficie lo más extensa posible. Debido a ello se aplica el metal noble como recubrimiento sobre un sustrato de cerámica o metal con innumerables conductos longitudinales, cuya superficie ha sido ampliada adicionalmente con la capa intermedia llamada "wash coat", sólo así es posible la depuración de los gases de escape con altos niveles de eficiencia.



Catalizador

2.3.6.- Sistema de Inyección

Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión. Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite (una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla, el dar forma a los conductos de admisión, permitiendo corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, con lo cual, favorecemos el par motor y la potencia, además de solucionar los conocidos problemas de la carburación, como pueden ser la escarcha, las inercias de la gasolina.

- **Ventajas de la inyección**

- Consumo reducido de combustible.
- Mayor potencia.
- Gases de escape menos contaminantes.
- Arranque en frío y fase de calentamiento.

- **Clasificación de los sistemas de inyección**

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones.
- Según las características de funcionamiento.

Según el lugar donde inyectan (Fig.2.11):

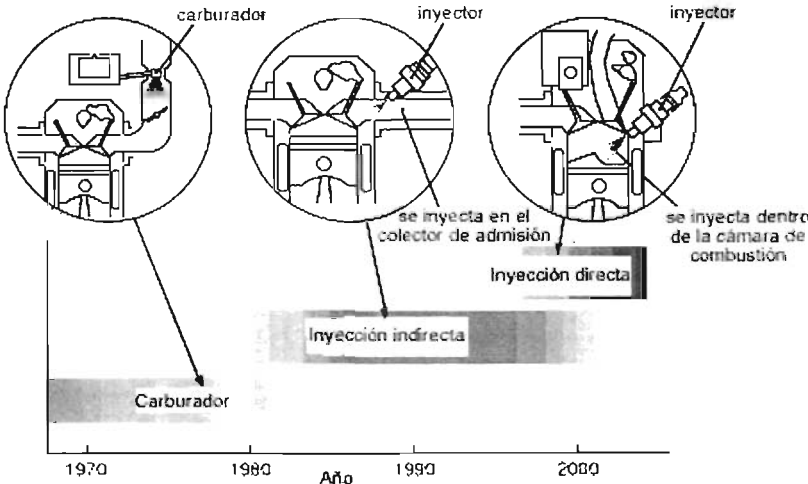
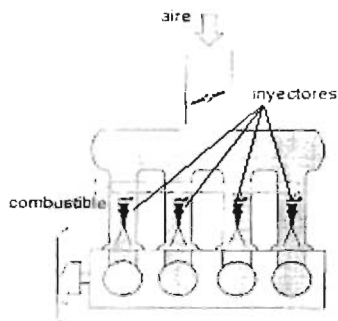


Fig.2.11 " Sistema de Inyección según donde se aplica"

Inyección directa: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión.

Inyección Indirecta: El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.

Según el número de inyectores:



Multipunto

Inyección Multipunto: Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada.

Según el número de inyecciones:

Inyección Continua: Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

Inyección Intermitente: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la unidad de mando el sistema inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

Secuencial: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

Semisecuencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

Simultanea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

Según las características de funcionamiento:

INYECCIÓN MECANICA (K-jetronic).

INYECCIÓN ELECTROMECHANICA (KE-jetronic).

INYECCIÓN ELECTRÓNICA (L-jetronic, LE-jetronic, **motronic**, Dijijet, Digifant, etc.).

La nueva generación de inyección electrónica en las motorizaciones de VW han adoptado el Motronic, éste se distingue por una mayor facilidad de arranque del motor, un menor consumo de combustible y una reducción de las emisiones de escape.

2.4.- Motor de Combustión Interna a Diesel

Son cada vez mayores las exigencias planteadas a los motores diesel de vanguardia, con lo que respecta a la potencia, consumo de combustible, emisiones de gases de escape y de sonoridad, la premisa inicial para cumplir con estas exigencias reside en una buena preparación de la mezcla, a esos efectos, los motores necesitan sistemas de inyección de altas prestaciones, que puedan generar altas presiones de inyección para conseguir una pulverización muy refinada del combustible, y que pueda controlar con la debida exactitud el comienzo de la inyección y la cantidad inyectada. Un sistema que cumple con estos planteamientos de alto nivel es el sistema de inyección con inyector Bomba. Desde la época de los 50 se equipan motores diesel con un sistema de inyección por inyector bomba, controlado mecánicamente.

En colaboración con la empresa Robert Bosch Alemania, Volkswagen ha logrado desarrollar por primera vez un motor diesel con un sistema de inyector bomba gestionado a través de válvulas electromagnéticas, este motor cumple con las exigencias, en lo que respecta a una alta potencia, conjugada con unas reducidas cargas para el medio ambiente, y presenta un paso para el futuro, con lo que se podría cumplir alguna vez la visión que manifestaba Rudolf Diesel al decir "Los gases de escape de mi motor carece de humo y olor".

Es de comentar que en este apartado existen similitudes en el proceso de combustión interna Otto, por lo cual hablaremos de procesos que tengan diferencias esenciales para su comprensión.

El ciclo Diesel tiene en cuenta algunas variables diferentes, entre ellas el motor funciona por compresión, el fluido operante al inicio es solo aire, existe una inyección de combustible que produce la ignición bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, no hay bujía que genere chispa, pero el proceso es similar con las carreras del pistón: admisión, compresión, explosión y escape (Fig. 2.12.).

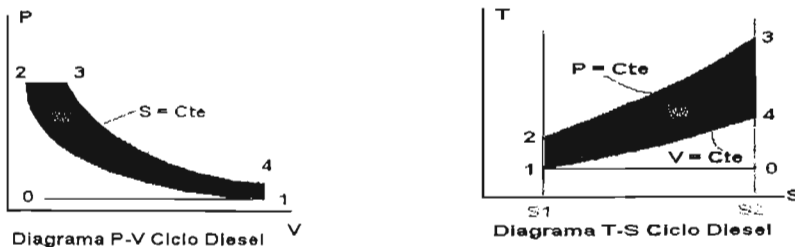


Fig.2.12 " Ciclo Diesel"

(0-1) Carrera de aspiración.

Se abre la válvula de aspiración, gira el cigüeñal, el pistón se desplaza hacia el punto muerto inferior (PMI) y permite la entrada de aire dentro del cilindro.

(1-2) Carrera de compresión.

Se cierra la válvula de aspiración, gira el cigüeñal, el pistón se desplaza hacia el punto muerto superior (PMS) y comprime el aire contenido dentro del cilindro.

(2-3) Calentamiento instantáneo de la sustancia a presión constante.

Las válvulas se mantienen cerradas y el pistón se encuentra en el PMS dentro del cilindro, en este instante entra el combustible pulverizado y se mezcla con el aire generando múltiples explosiones las cuales encienden todo el combustible. Se mantiene la presión pero el volumen aumenta (aire + combustible).

(3-4) Carrera de expansión (Igual ciclo Otto).

Al inflamarse la mezcla, se produce una transformación y liberación de la energía química contenida en la misma, que hace que el pistón descienda rápidamente hacia el PMI completando el giro del cigüeñal.

(4-1) Rechazo o expulsión instantáneo del calor a volumen constante. (Igual ciclo Otto).

Se mantiene constante el volumen pero existe una transferencia de calor inmediatamente a través de las paredes desde adentro de la cámara de combustión hacia fuera de la misma.

(1-0) Carrera de expulsión. (Igual ciclo Otto).

Se abre la válvula de escape rechazando los gases producidos en la combustión, además se cede el calor a la atmósfera. El pistón sube de nuevo hacia el PMS y se repite de nuevo el ciclo.

Funcionamiento.

En el interior de un cilindro se mueve un émbolo, en su primera carrera descendente, el émbolo aspira aire puro y lo comprime en su carrera ascendente.

La relación volumétrica entre la cámara de combustión y el cilindro es mucho más elevada que en el motor a gasolina, alcanza valores de 15 ó 16, el calor originado por la compresión rápida del aire es suficiente para poner a éste a

una temperatura superior a la de inflamación del combustible pesado, llamado gasoil.

Al final del período de compresión, una válvula llamada aguja, se abre en el fondo de la cabeza de cilindro, y un chorro de aire comprimido a muy alta presión penetra a la cabeza de cilindro arrastrando con él una cierta cantidad de combustible. Por la acción del arrastre por el chorro de aire comprimido y por su expansión, el combustible resulta finamente dividido y, a su entrada en la atmósfera caliente del cilindro, se inflama y arde.



Motor a Diesel VW

La combustión tiene por efecto elevar aún más la temperatura de los gases encerrados en el cilindro, y por consiguiente su presión. El émbolo resulta empujado hacia abajo hasta el momento en que la apertura de la válvula de escape permite la libre salida a la atmósfera de los gases quemados. Lo que caracteriza al motor Diesel es por una parte, el hecho de que el combustible se inflame espontáneamente gracias al calor desarrollado por la compresión; por otra parte, que la pulverización del combustible se obtiene por el paso de un chorro de aire comprimido a muy alta presión.

Para que un motor Diesel pueda funcionar, es necesario, que la temperatura de la cabeza de cilindro, hacia el final de la carrera de compresión, sea lo suficientemente elevada para que el líquido se inflame espontáneamente.



Rudolf Diesel, Ingeniero e inventor Alemán, en 1892 Diesel patentó un motor caracterizado por un alto rendimiento térmico a expensas de un grado de compresión muy elevado. En 1897 el nuevo motor estaba a punto y su eficacia quedó satisfactoriamente demostrada; expuesto en Munich al año siguiente, atrajo en seguida la atención mundial y Diesel se convirtió en un personaje célebre.

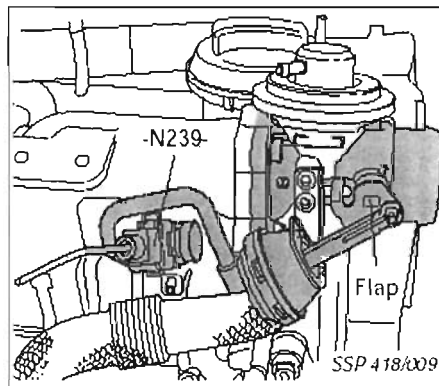
2.5.- Sistemas del Motor a Diesel

Como lo hemos expuesto con anterioridad, en los motores de combustión interna es necesario mantener condiciones óptimas de funcionamiento, en los motores a Diesel su principal característica es la generación de calor y el sistema de inyección, por lo cual hay sistemas que tienen características especiales para poder obtener un rendimiento óptimo del funcionamiento del motor.

Los sistemas que intervienen en el funcionamiento de un motor a Diesel son igual que en el motor a gasolina: Enfriamiento, Precalentamiento, Lubricación, Inyección, Admisión y Escape, en este apartado trataré solamente de explicar las principales características de los sistemas propios del motor diesel

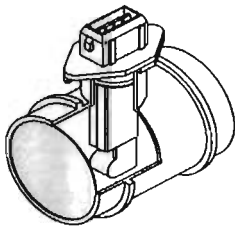
2.5.1.- Sistema de Admisión

La válvula de conmutación para la chapaleta en el colector de admisión va colocada en el vano del motor, cerca del medidor de la masa de aire. Conmuta el vacío para el accionamiento de la chapaleta en el conducto de admisión. Evita movimientos de sacudidas del motor al pararlo. Los motores diesel tiene una alta relación de compresión. Debido a la alta compresión del aire aspirado se producen movimientos de sacudidas del motor al pararlo.



La válvula de conmutación

El medidor de masa de aire con detección de flujo calcula la masa de aire aspirado. Está instalado en el ducto de admisión. Con la apertura y el cierre de válvulas se producen flujos inversos de la masa de aire aspirado en el ducto de admisión. El medidor de la masa de aire por película caliente con detección de reflujo detecta los flujos inversos de la masa de aire y los considera en la señal que transmite a la unidad de control del motor. La unidad de control utiliza estas mediciones para calcular la cantidad a inyectar y la cantidad de gases de escape a recircular.



Medidor de masa de aire

La válvula AGR va integrada en el tubo de admisión, conjuntamente con la chapaleta en el colector de admisión. En cuanto la válvula de recirculación de gases de escape le aplica el vacío, la válvula AGR abre y deja pasar gases de escape hacia el colector de admisión. La válvula AGR no se excita eléctricamente, en virtud de lo cual el diagnóstico de a bordo no puede comprobar directamente su funcionamiento.



Válvula AGR

La chapaleta en el colector de admisión interrumpe la alimentación del aire al ser parado el motor, de esta forma se comprime poco aire, suavizando la parada del motor (Fig. 2.13).

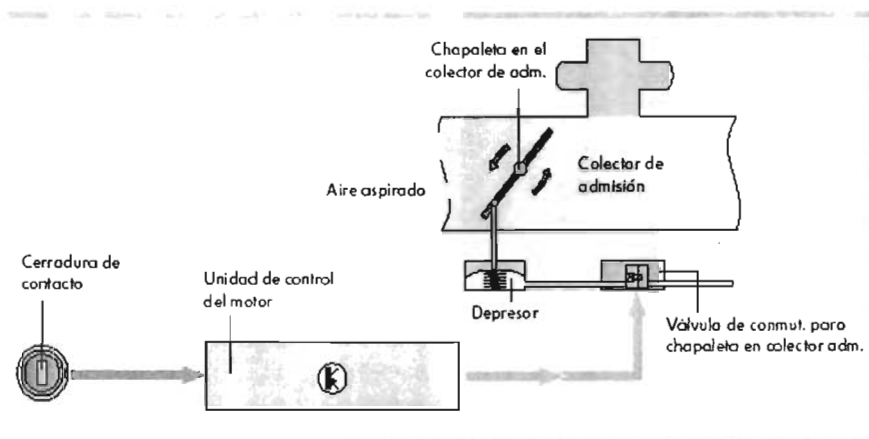


Fig.2.13 "Funcionamiento de la chapaleta."

Al proceder a parar el motor, la unidad de control del motor transmite una señal a la válvula de conmutación para la chapaleta en el colector de admisión. A raíz de ello, la válvula de conmutación aplica el vacío al depresor, el depresor cierra la chapaleta en el colector de admisión.

2.5.2.- Sistema de precalentamiento

El sistema de precalentamiento facilita el arranque del motor al haber bajas temperaturas, es activada por la unidad de control del motor, si el líquido

refrigerante tiene una temperatura inferior a los $+9^{\circ}\text{C}$. El relevador para las bujías de precalentamiento es excitado por la unidad de control del motor, a raíz de ello, el relé conecta la corriente de trabajo para las bujías de precalentamiento.

La incandescencia está dividida en dos fases:

Preincandescencia o Precalentamiento.

Después de conectar el encendido se activan las bujías de precalentamiento a una temperatura menor a los $+9^{\circ}\text{C}$, y el testigo luminoso luce, una vez finalizado el ciclo de precalentamiento se apaga el testigo luminoso y se puede arrancar el motor.

Incandescencia de Postcalentamiento.

Después de cada arranque del motor se produce un ciclo de postcalentamiento, independientemente de que se haya o no producido en ciclo de precalentamiento, de ese modo se reduce la sonoridad de la combustión, mejora la calidad del ralentí y aminora las emisiones de hidrocarburos. La fase de postcalentamiento tarda cuatro minutos como máximo y se interrumpe a los regímenes del motor superiores a los 2500 l/min (Fig.2.14).

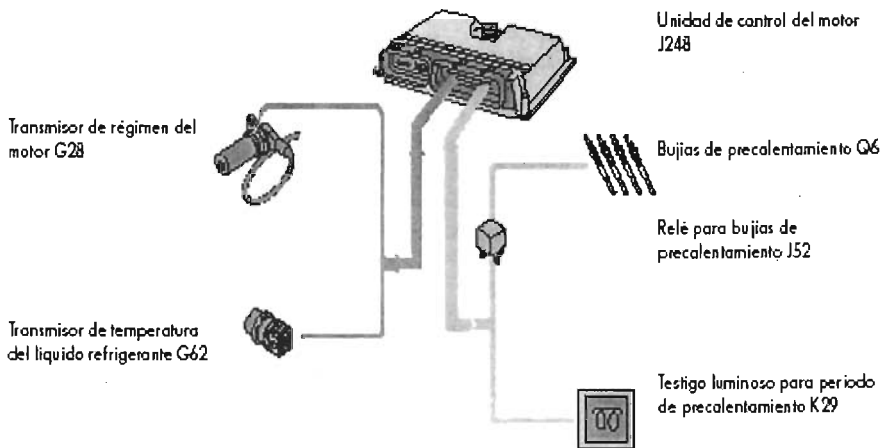



Fig.2.14 "Cuadro General del Sistema de Precalentamiento"

2.5.3.- SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación de un motor a diesel podemos verlo en la sig. (Fig. 2.15), podemos apreciar que no existe mucha diferencia con respecto al de gasolina (pag.37), el circuito a diesel lo podemos diferenciar por 

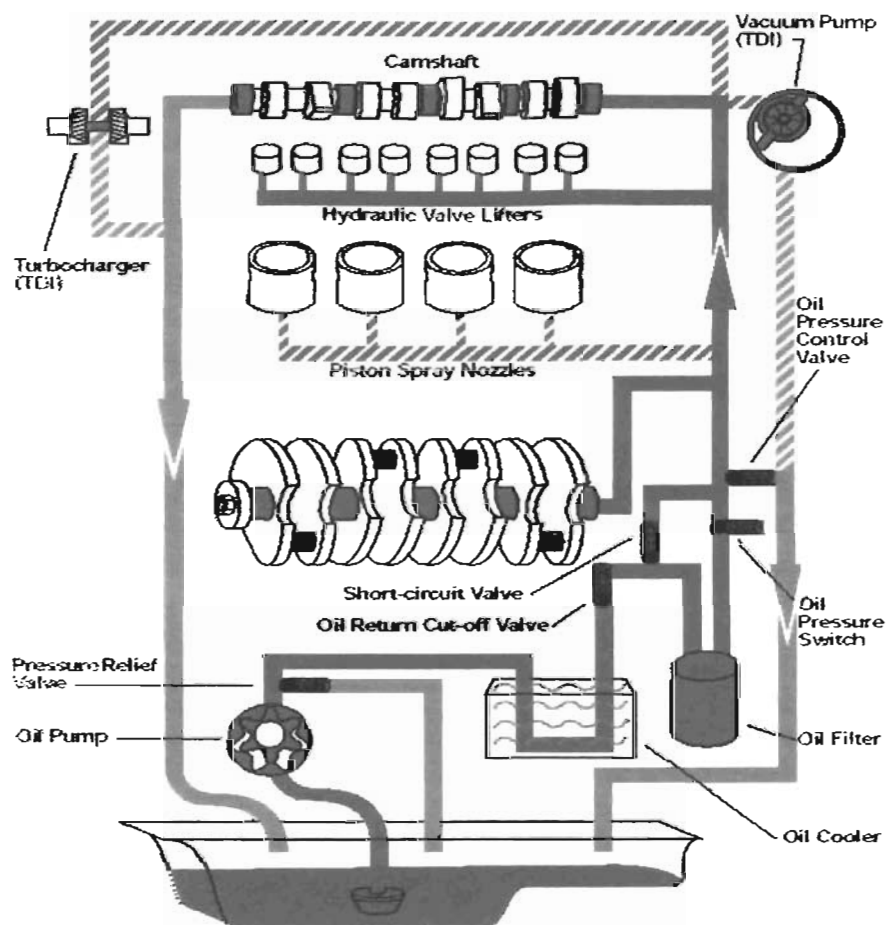


Fig.2.15 "Circuito de Lubricación del Motor a Diesel"
Nota: Ver Glosario

2.5.4.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento de un motor a diesel podemos verlo en la sig. (Fig. 2.16), el circuito a diesel lo podemos diferenciar por

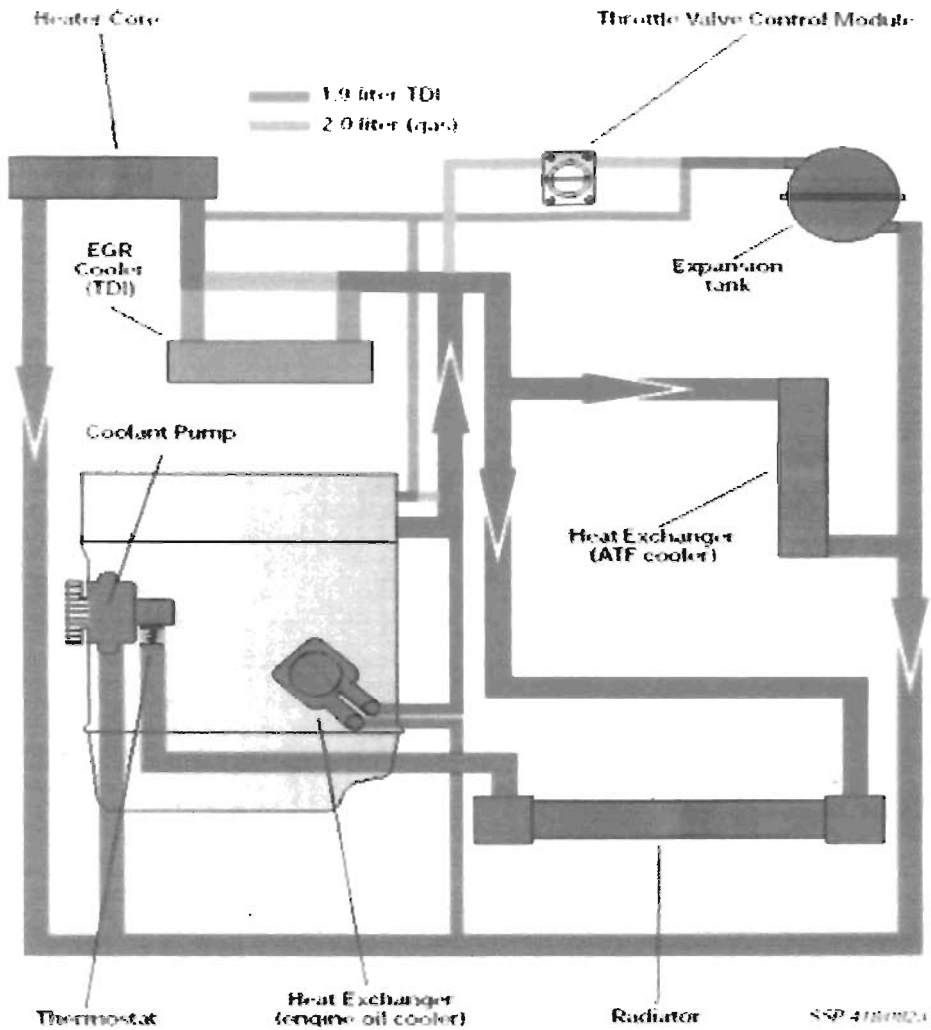


Fig.2.16 "Circuito de Enfriamiento del Motor a Diesel"
Nota: Ver Glosario

2.5.5.- Sistema de Inyección

Existen en VW dos tipos de inyección de combustible:

- Sistema de inyector bomba.
- Sistema de regulación de inyección.

Sistema de Inyector Bomba.

Es una bomba de inyección con unidad de control y un inyector agrupados en un solo componente, cada cilindro tiene asignado un inyector bomba, de esa forma se elimina las tuberías de alta presión que suele instalarse en las versiones con bomba de inyección distribuida rotativamente el "Motor diesel con inyector bomba" tiene las siguientes ventajas:

- Baja sonoridad de la combustión.
- Bajas emisiones de contaminantes.
- Bajo consumo de combustible.
- Un mayor rendimiento energético.

Estas ventajas se consiguen por medio de :

- Una alta presión de inyección, de 2050 bares como máximo.
- Una gestión precisa para la operación de la inyección.
- Un ciclo de preinyección.

Exigencias Planteadas a la Formación de la Mezcla y a la Combustión:

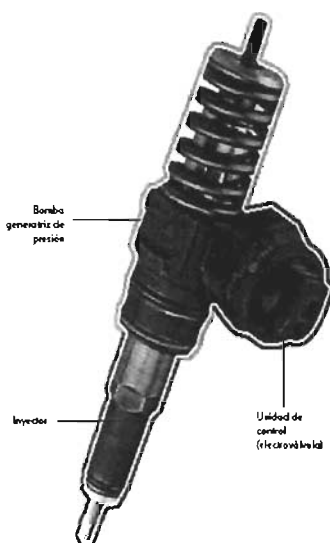
La condición previa para contar con una combustión eficiente reside en una buena formación de la mezcla. A esos efectos, el combustible tiene que ser inyectado en la cantidad correcta, al momento preciso y con una alta presión. Si surgen mínimas diferencias, éstas se traducen en un aumento de las emisiones contaminantes, sonoridad de la combustión o en un elevado consumo de combustible.

Preinyección

Para conseguir el desarrollo más suave posible de la combustión, antes de iniciarse la inyección principal se procede a inyectar una pequeña cantidad de combustible, con baja presión. A esta dosificación del combustible se le da el nombre de preinyección. Con la combustión de esta pequeña cantidad de combustible aumenta la presión y la temperatura en la cámara de combustión.

Inyección principal

Durante la inyección principal es decisivo contar con una buena formación de la mezcla, para lograr la combustión más completa posible del combustible. Con una alta presión de la inyección se consigue una muy refinada pulverización del combustible, de modo que el combustible y el aire se puedan mezclar adecuadamente. Una combustión completa conduce a una reducción de las emisiones contaminantes y a unos altos niveles de entrega de potencia / rendimiento.



El desarrollo de la inyección en el sistema de inyector bomba, con una preinyección a baja presión, seguida de un "intervalo de reposo entre inyecciones", un aumento de presión durante la inyección principal y un final instantáneo, concuerda en gran escala con las necesidades del motor.

Para el desarrollo de la combustión en un motor diesel, es importante que el período de retraso de la autoignición sea lo más breve posible. Entiéndase por tal el tiempo que transcurre desde el comienzo de la inyección hasta el momento en que empieza a aumentar la presión en la cámara de combustión. Si durante ese tiempo se inyecta una gran cantidad de combustible, se provoca un ascenso instantáneo de la presión, que se manifiesta en una sonoridad intensa de la combustión.

Inyector Bomba

Con esto se crean las condiciones necesarias para conseguir una ignición rápida de la cantidad dosificada seguidamente en la inyección principal, reduciéndose así el retraso de la autoignición. El ciclo de preinyección y un "intervalo de reposo" entre la preinyección y la inyección principal, hacen que las presiones en la cámara de combustión no se produzcan de golpe, sino de una forma menos instantánea.

En consecuencia se obtienen unos niveles más bajos en la sonoridad de la combustión y en las emisiones de óxidos nítricos.

Fin de la inyección

Al final de la inyección es importante, que la presión de la inyección caiga rápidamente y la aguja del inyector cierre de forma instantánea. De ese modo se evita que pase combustible hacia la cámara de combustión, teniendo una baja presión de inyección y gotas de gran diámetro, porque ya sólo se quemaría de forma incompleta y provocaría una mayor emisión de contaminantes.

Sistema de Regulación de Inyección:

Para conseguir óptimas condiciones de potencia y suavidad de marcha del motor, combinadas con una combustión de bajas emisiones contaminantes en cualquier situación, es preciso regular continuamente el momento de la inyección del combustible. Diversas condiciones operativas del motor o de la unidad de control para el sistema de inyección directa diesel requieren un avance del momento de la inyección, para que la combustión sea óptima:

- Arranque en frío.
- Aumento del régimen del motor.
- Aumento de la cantidad inyectada.

Para el cálculo del momento teórico de la inyección, la unidad de control para sistema de inyección directa diesel utiliza las señales de régimen del motor, temperatura del líquido refrigerante y cantidad a inyectar calculada. Basándose en este valor teórico calculado, y en consideración del valor efectivo medido por el transmisor de recorrido de la aguja, el sistema regula el momento de la inyección a través de la válvula de comienzo de la inyección.

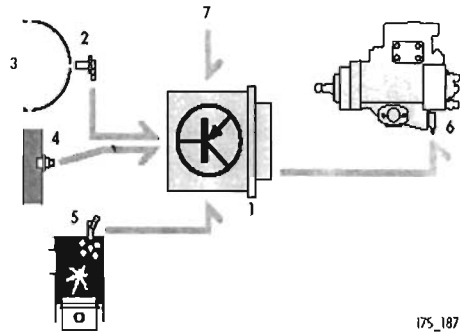
En VW existe un sistema de diagnóstico para el correcto funcionamiento del sistema del comienzo de la inyección el cual se llama El OBD II; el cual comprueba, el comienzo efectivo de la inyección, según la información del transmisor de recorrido de la aguja el funcionamiento eléctrico y la plausibilidad de las señales procedentes de los transmisores de régimen del motor, temperatura del líquido refrigerante y recorrido de la aguja el funcionamiento eléctrico de la válvula de comienzo de la inyección.

Procedimiento:

La unidad de control para sistema de inyección directa diesel compara la señal del transmisor de recorrido de la aguja (comienzo efectivo de la inyección) con los valores definidos para ello. En la unidad de control van almacenados estos valores de cálculo en una familia de características para cada situación de la marcha.

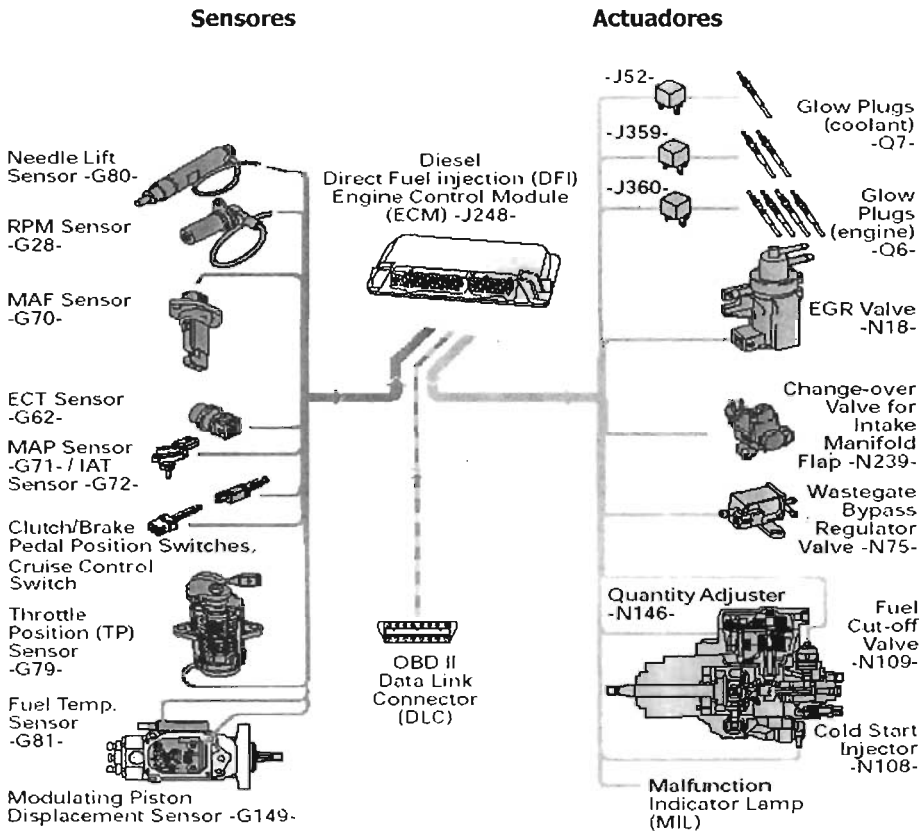
Leyenda:

- 1 Unidad de control para sistema de inyección directa diesel
- 2 Transmisor de régimen del motor
- 3 Rueda generatriz de impulsos
- 4 Transmisor de temperatura del líquido refrigerante
- 5 Transmisor de recorrido de la aguja
- 6 Válvula de comienzo de la inyección
- 7 Cantidad calculada a inyectar

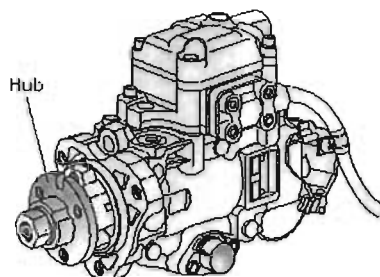


175_187

ACTUADORES Y SENSORES QUE INTERVIENE EN EL CONTROL DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL MCI TDI(Diesel Direc Fuel Injection) DE VW.



La unidad de control para sistema de inyección directa diesel calcula el comienzo necesario para la inyección y excita correspondientemente la válvula de comienzo de la inyección. Esta válvula transforma la señal de entrada en una presión de control, que actúa sobre el émbolo del corrector de reglaje a la inyección, que se encuentra instalado en la bomba de inyección distribuidora rotativa.



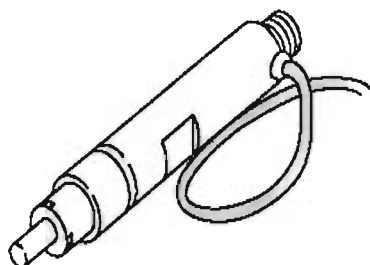
Válvula de Comienzo de la Inyección

La señal de este transmisor se utiliza en los siguientes sistemas:

- Regulación del comienzo de la inyección
- Detección de fallos de la combustión, selectiva por cilindros.

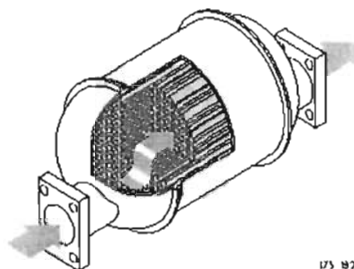
Si se avería este transmisor, el comienzo de la inyección reduce la cantidad inyectada.

Los Inyectores de Combustible también son diferentes para TDI, aumento de las primaveras más tieso el inyector de combustible presión abriendo de 190 a 220 bars (de 2,755 psi a 3,190 psi).



Transmisor recorrido de la aguja

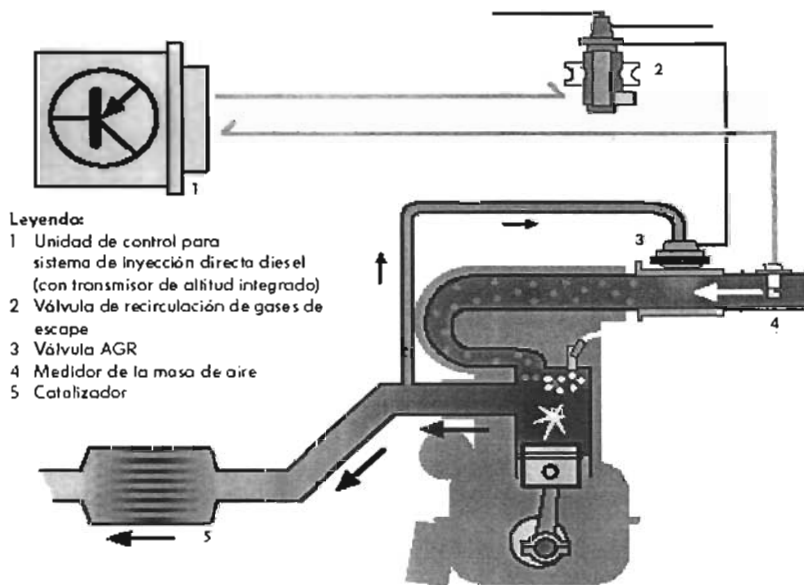
2.5.6.- Sistema de escape



173_87

Catalizador

La configuración del catalizador de oxidación es bastante parecida al del catalizador de 3 vías, con la diferencia de que no lleva sondas lambda. Los gases de escape también tienen que fluir aquí a través de conductos pequeños, pasando así ante la capa catalítica activa.



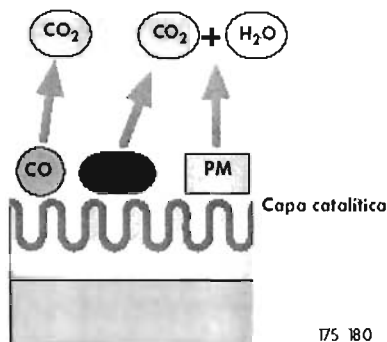
Recirculación de gases de escape

El sistema de inyección directa diesel trabaja con altas temperaturas de la combustión y grandes contenidos de oxígeno, que promueven la producción de óxidos nítricos (NOx). Los óxidos nítricos generados no se pueden reducir con el catalizador de oxidación, en virtud de lo cual, los tiene que limitar desde el momento de su generación, a base de aplicar una recirculación de gases de escape (AGR).

Introduciendo una determinada cantidad de gases de escape en la mezcla de combustible y aire se reduce la temperatura de la combustión, bajando así el contenido de oxígeno en la cámara y reduciéndose las emisiones de NOx. Agregando gases de escape, de forma regulada, se puede influir así sobre el comportamiento de las emisiones de escape en función de las condiciones de carga. Sin embargo, el ascenso de la concentración de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y partículas sólidas marca los límites para la cantidad de gases de escape recirculables.

Para los motores diesel no es posible utilizar un catalizador de 3 vías como el que se monta para los motores de gasolina. La causa reside en el exceso de aire que se necesita para la combustión del gasoil. Los gases de escape contienen una mayor concentración de oxígeno, lo cual impide el uso de los catalizadores de 3 vías. Según ya dice su nombre, el catalizador de oxidación únicamente puede efectuar la conversión de las sustancias contaminantes en los gases de escape a través de un proceso de oxidación.

Eso significa, que los óxidos nítricos (NOx) no se transforman por reducción como en el motor de gasolina. Para limitar a pesar de ello las emisiones de óxidos nítricos se ha implantado la recirculación de gases de escape. **Catalizador de oxidación capa catalítica.**



2.6.- Diferencias principales entre el motor a Gasolina y el Diesel

Un motor a gasolina succiona una mezcla de gas y aire, los comprime y enciende la mezcla con una chispa. Un motor diesel sólo succiona aire, lo comprime y entonces le inyecta combustible al aire comprimido. EL calor del aire comprimido enciende el combustible espontáneamente.

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

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

Los motores diesel emplean combustibles líquidos menos volátiles que la gasolina, y estos combustibles son generalmente más pesados, son más baratos que la gasolina.

Los motores diesel utilizan bombas inyectoras para el combustible y pulverizador, para que su introducción se realice en forma de pequeñas partículas.

Los motores diesel, debido a que tienen que trabajar a mayores presiones, son más pesados que los de explosión del mismo tamaño, por lo que sus elementos tiene que ser más robustos, de mayores dimensiones y por la tanto más pesados.

2.7.- Los motores turbocargados

El aire que nos rodea tiene un peso que varía según el lugar donde nos encontremos. Si estamos a nivel del mar, el peso del aire ejerce una presión de 1 Kg sobre cada cm^2 de superficie. En la medida que ascendemos, esa magnitud va disminuyendo; a este fenómeno se le denomina presión atmosférica (Fig.2.16). Por otra parte, la concentración de oxígeno (indispensable para quemar la gasolina) en el aire también varía según la altitud: muchas partículas de oxígeno al nivel del mar y menos en la montaña.

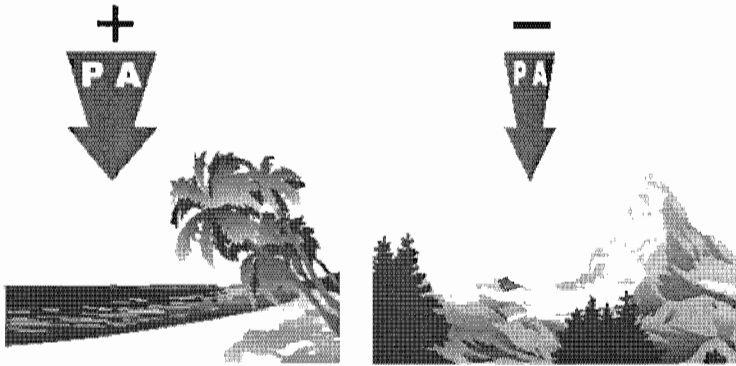


Fig.2.16 "Diferencias de Altura"

Estos dos factores afectan la operación de un motor de combustión interna.

Cada vez que el pistón desciende dentro del cilindro, provoca un vacío que a su vez succiona aire hacia la cámara de combustión. Esta entrada de aire la favorece el peso mismo del aire. Obviamente que al nivel del mar, un motor va a entregar el 100% de su potencia; pues sus cilindros se llenarán plenamente. Dicho llenado irá siendo menor en la medida en que el vehículo vaya colocándose a una altura más alta que el de nivel del mar.

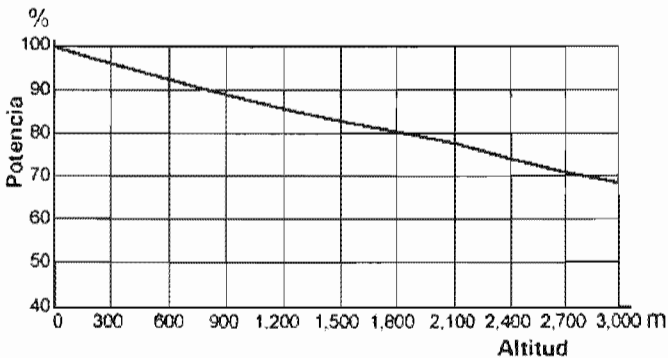


Fig.2.17 "Gráfica de pérdida de Potencia con respecto a la Altitud"

Esta pérdida de potencia (Fig. 2.17) viene siendo algo normal en los motores de aspiración natural; especialmente en México, donde tenemos carreteras hasta los 3,000 metros de altura. Sin embargo, es el conductor del

automóvil quien sufre las consecuencias; cuando su auto no tiene fuerza para rebasar, cuando el aire acondicionado le resta aún más potencia, en cualquier situación de emergencia, etc.

Ahora bien, ¿qué ocurre en un motor turbocargado? Bueno, si la despotenciación por altitud es el problema principal de los motores de aspiración natural, se tiene que recurrir a dispositivos sobrealimentadores que la neutralicen. Uno de ellos es precisamente el turbocargador. Éste consiste en un par de ruedas de álabes unidas entre sí por un eje común, de modo que ambas girarán a la misma velocidad. Sin embargo, están separadas de tal manera que cada una trabaja en una cámara independiente. La primera rueda, llamada turbina, recibe sobre sus álabes el empuje de los gases de escape del motor que la pueden hacer girar hasta 120,000 revoluciones por minuto (r.p.m). La otra rueda, llamada compresor girará al mismo régimen, succionando aire del exterior y enviándolo a presión hacia el múltiple de admisión que alimenta los cilindros, llenándolos plenamente (Fig. 2.18).

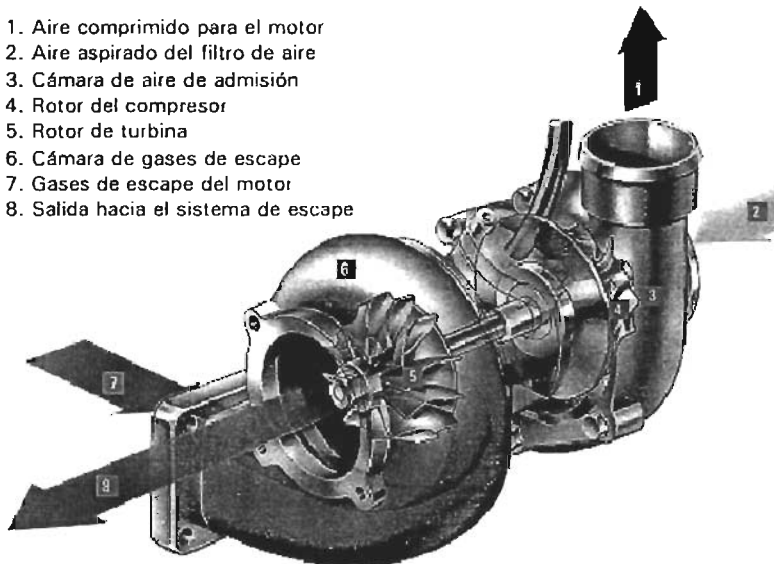


Fig. 2.18 "Operación típica del Turbocargador"

Para lograr el torque máximo se emplea un turbo cargador de baja inercia enfriado por agua . El turbo está fijado directamente al múltiple de escape para aprovechar plenamente la energía de los gases de salida. Mientras los gases calientes de escape hacen girar a la turbina, el compresor succiona aire de admisión. Ese aire es presurizado y dirigido por un conducto hacia un enfriador (intercooler); ahí se reduce la temperatura del aire presurizado y se crea una carga más densa en partículas de oxígeno. Después de salir del enfriador, el aire es enviado al cuerpo de mariposa (Fig.2.19).

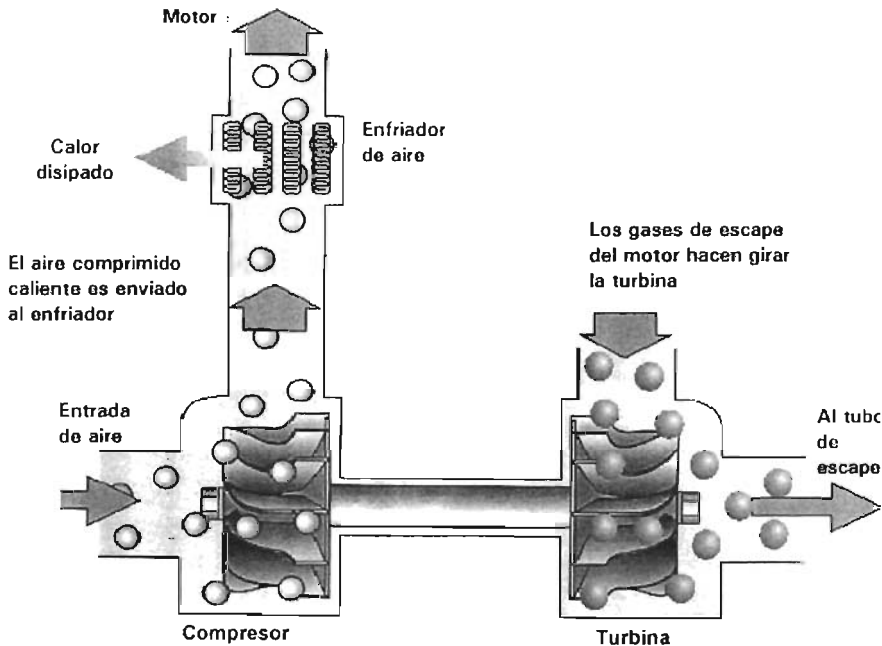


Fig.2.19 "Funcionamiento del Turbo Cargador"

Los motores de VWM tienen otras características adicionales, las que incluyen un sensor de masa de aire y un módulo de control para el cuerpo de mariposa. El sensor de masa de aire cuenta con una película térmica que mide la cantidad exacta de aire que se requiere para que el motor tenga un llenado pleno durante su trabajo (este nuevo sensor tiene una mayor resistencia a la formación de depósitos, por lo tanto, su vida útil y su efectividad se incrementan). El módulo de control del cuerpo de mariposa detecta la posición de ésta para controlar mejor la alimentación de aire en las diferentes condiciones de trabajo del motor.

Para evitar la caída de las RPM del turbo al desacelerar o cuando el motor trabaja en ralentí, el turbo cuenta con una válvula bypass instalada en el lado del compresor. Esta válvula es operada por el vacío del múltiple de admisión y abre el paso del aire hacia un ducto de recirculación, evitando un paso excesivo de aire presurizado. La válvula permite que el aire de entrada recircule durante las situaciones mencionadas; es decir, cuando la mariposa se cierra y el vacío es alto.

Este sistema permite que el turbo gire libremente sin desarrollar presión, en cuanto el aire entra en el sistema de inducción, la válvula lo envía por el pasaje de recirculación. El aire regresa al compresor y el ciclo se repite. Esta acción ayuda al compresor a mantener una alta velocidad y un rápido tiempo de respuesta para cuando el conductor vuelve a acelerar; pues en ese momento se cierra la válvula bypass para que todo el caudal de aire presurizado sea enviado hacia el motor (Fig.2.20).

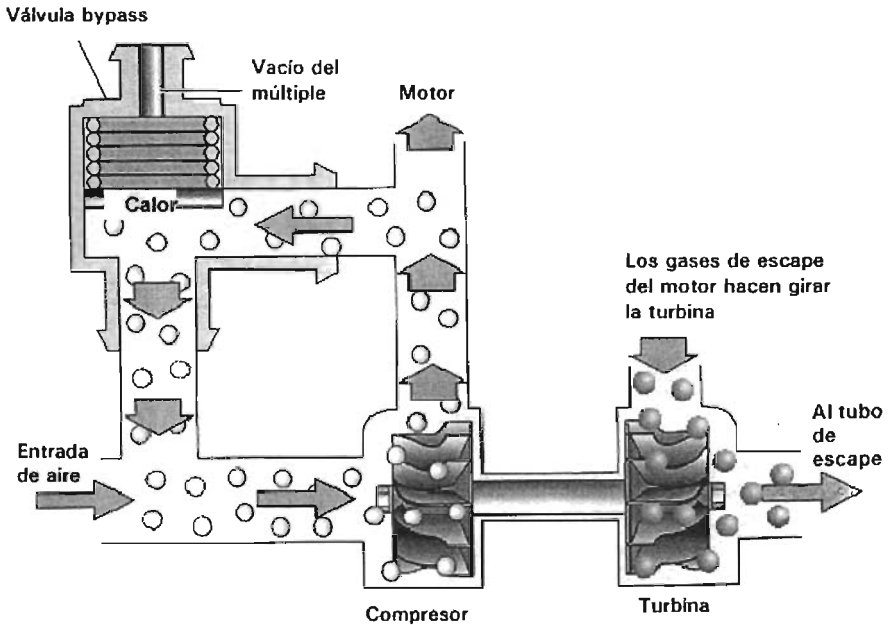


Fig.2.20 "Sistema de Turboalimentación"

El sistema de la turbosobrealimentación consta de los siguientes componentes:

- Turbocompresor por gases de escape.
- Intercooler.
- Regulación de la presión de sobrealimentación.
- Control de recirculación de aire en desaceleración.

La energía de flujo de los gases de escape se transmite en el turbocompresor hacia el aire fresco que ingresa. El aire necesario para la combustión se comprime durante esa operación, haciendo que aumente la cantidad de aire que ingresa en el cilindro en cada ciclo de trabajo. La temperatura del aire que se calienta con motivo de la compresión se vuelve a reducir en el intercooler. En virtud de que el aire refrigerado tiene una mayor densidad, mejora también así el índice de llenado de los cilindros del motor.

Como resultado se obtiene un incremento de la potencia, sin modificar la cilindrada y el régimen. En el motor turboalimentado de 1,8 ltr. y 5 válvulas también se aprovecha la turbosobrealimentación para suministrar un par intenso, que comienza bastante temprano y se desarrolla sobre una extensa gama de regímenes. A medida que aumenta el régimen del turbocompresor también aumenta la presión de sobrealimentación. Para no poner en peligro la vida útil del motor se procede a limitar la presión de sobrealimentación. Esta función corre a cargo de la regulación de la presión de sobrealimentación. El control de recirculación de aire en deceleración impide que el turbocompresor sea frenado innecesariamente al cerrar la mariposa de forma repentina (Fig.2.21).

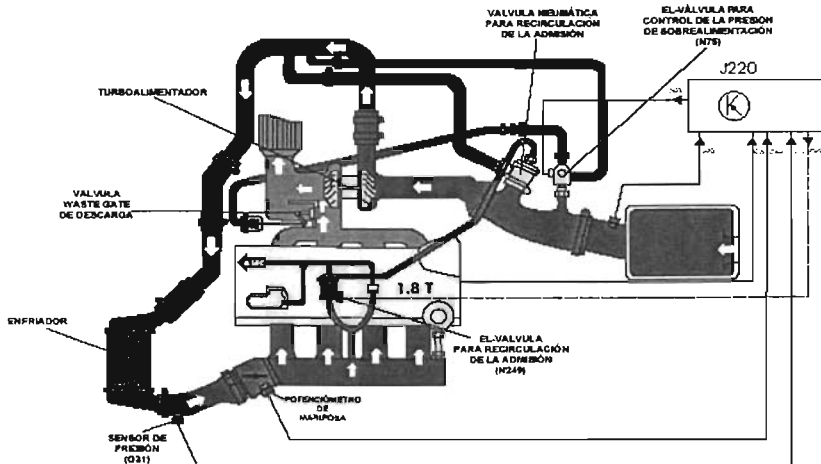


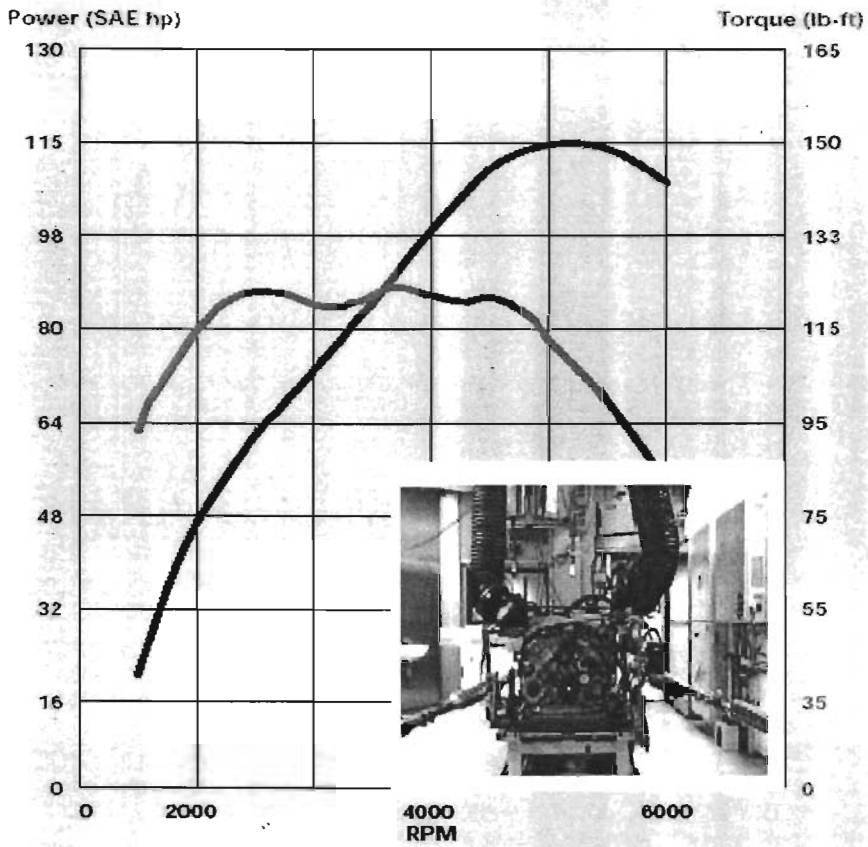
Fig.2.21 "Sistema de Turboalimentación"

En un motor diesel en el cual no existe limitación de la cantidad de aire que entra (no hay mariposa de acelerador) la regulación de potencia se hace controlando exclusivamente la cantidad de combustible inyectado, no existe como en el motor de chispa una relación de A/C constante, sino que esta varía en la medida que actuamos sobre el acelerador, es decir que en cualquier condición cuanto mas aire tengamos disponible mejor, ya sea para lograr mayor potencia o para obtener una buena combustión sin humo ni gases tóxicos. Razones propias del ciclo diesel real hacen que estos motores requieran de más aire para lograr una buena combustión que lo requerido por un motor de gasolina, es por ello que a igualdad de cilindrada están en desventaja respecto al de gasolina (además de estar limitados en las r.p.m. de máximo régimen). Es por ello que un compresor le cae de medida al motor diesel ya que le permite lograr potencia que lo hace competitivo en cilindrada (y consecuentemente en tamaño y peso) con un motor de gasolina aspirado. Los turbo compresores son particularmente aptos para los motores diesel.

El turbocompresor permite además que el diesel mejore su combustión dada la mayor disponibilidad de aire, además de lograr que el motor se comporte como si fuera de mayor cilindrada.

Capítulo 3

Evaluación de rendimiento de par motor y potencia



En el transcurrir de los años, los estándares de calidad así como los nuevas directrices del consorcio han sufrido una serie de cambios que han llevado a definir sistemas más rigurosos para la evaluación del producto, tomando en consideración los medios, métodos y recursos humanos, todo esto con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

El consorcio de VW en su primera concepción de la calidad enfocada a los productos emitió una serie de reglamentos con el objetivo de determinar el estado actual de calidad que guarda cada planta del consorcio VW, en los últimos 5 años el consorcio de VW ha creado un organismo interno para poder regular, estandarizar y normalizar los criterios de evaluación de producto, este organismo en el consorcio es llamado K-QS(Konzernqualitätssicherung) Aseguramiento de Calidad del Consorcio.

K-QS emitió un reglamento para Auditoría de Producto, que año con año es actualizado para poder establecer nuevos requerimientos y garantizar la correcta evaluación del producto y determinar así la calidad que guardan los productos; la actualización de este reglamento es enriquecido por las experiencias de cada uno de los auditores de las diferentes plantas del consorcio en el mundo ya que en la actualización de este reglamento se dan cita ingenieros de pruebas, auditores y directores de plantas del consorcio de VW.

Cada una de las plantas del consorcio de VW fabricante de motores está obligada a realizar auditorías de producto con una muestra mínima de 8 motores por familia de motores al mes, (se llama familias al agrupamiento de versiones de motores según su plataforma de construcción); VWM tiene solamente dos familias de motores la EA827 y la EA113, los resultados obtenidos por estas auditorías de producto son enviados al departamento de Aseguramiento de Calidad del Consorcio, el cual emite resultados mensuales del comportamiento de la calidad de todas las plantas que fabrican motores en el consorcio de VW "Weltliga" (Liga Mundial de Motores).

KQS no solamente recibe los datos de las auditorías de producto de las diferentes plantas del consorcio, si no además como organismo regidor de la calidad del consorcio, realiza visitas por lo menos una vez al año a las diferentes plantas del consorcio fabricantes de motores, para realizar personalmente la auditoría de producto y constatar los resultados recibidos durante el año. En esta visita KQS emite una calificación para poder ubicar a la planta auditada en la tabulación correspondiente de calidad de producto Motor.

El CPM juega un papel muy importante en esta determinación de la calidad del producto-motor que guarda la planta de VWM, ya que el procedimiento de auditoría de producto esta constituida por tres procesos:

I.- Auditoría de Periferia.

II.- Auditoría en el Banco de Prueba (Dinamómetro).

III.- Auditoría de Motor.

Antes de realizar la Auditoría se debe considerar:

Preparación de la Auditoria.- Este punto se refiere a que debemos de contar con los documentos, herramientas y medios auxiliares específicos para su ejecución:

Documentos:

- Definiciones A/B/C, ayuda para la toma de decisiones.
- Lista de verificación específicos de cada planta de motores y tabla de aprietes (Valores de MNA-2).
- Permisos de diferencia.
- Especificaciones de ajuste.
- Reglamento de pruebas vigentes.

Herramientas:

- Medios certificados de medición y ensayo.
- Llaves dinamométricas.

Medios Auxiliares:

- Medios para el correcto manejo del motor que será auditado.

I.- Auditoria de periferia:

Se evalúa el estado externo del producto después de ser liberado, la comprobación es visual, conforme a la lista de chequeo específica del motor y la lista de piezas del motor de la fábrica.

Criterios: Hermeticidad de agua, aceite, gases de escape, aire; daños externos montabilidad dentro del vehículo.

II.- Auditoría en el banco de pruebas (Dinamómetro):

En esta parte de la auditoría de producto es donde interviene el CPM, el cual a su vez está regido por lineamientos específicos para la evaluación del rendimiento del Par Motor y Potencia (K-QS61).

III.- Auditoría de Motor:

En este proceso se desarma el producto de acuerdo al listado de chequeo que guarda cada versión, determinando el estado de los componentes.

3.1.-Centro de Prueba Motores de VWM (CPM)

El centro de prueba motores es un área de VWM que se encarga de hacer evaluaciones dinámicas y sus principales objetivos son:

3.1.1.-Objetivo del área CPM.

- El Centro de Prueba Motores realiza la evaluación del producto dinámicamente y establecer la calidad que guarda éste, aplicando correctamente los lineamientos propios del consorcio de VW, así como de los lineamientos gubernamentales de cada país.
- El Centro de Prueba Motores analiza las fallas de los diferentes componentes que constituyen los motores, emitiendo un resultado de aceptación o rechazo, y así garantizar que los productos vendidos por VW sean altamente confiables ya que cumplen altos estándares de calidad.
- El Centro de Prueba Motores evalúa la calidad del producto de preserie, garantizando que se cumplan los altos estándares de calidad del producto cuando éste sea producido en serie.

El CPM es una parte muy importante en la planta de VWM, no solamente por la determinación del grado de la calidad que guarda el producto, si no que también el área participa en la realización de evaluaciones de análisis de falla de desviaciones que se tiene en los diferentes procesos que intervienen en la construcción del motor, liberación de proyectos, pruebas de liberación de piezas, etc.

3.2.- Equipo de evaluación y prueba del CPM.

Para realizar la evaluación de las especificaciones técnicas de construcción Par Motor y Potencia de los MCI, cuenta el área de CPM con dinamómetros con la capacidad técnica suficiente para la correcta evaluación de las diferentes motorizaciones de VWM.

3.2.1.- ¿Qué es un Dinamómetro?

Al sentirnos enfermos visitamos al médico para consultarle sobre nuestro malestar, luego de escuchar nuestra narración, en la mayoría de los casos nos realiza algunas pruebas sencillas: tomar el pulso y la presión sanguínea con equipos de diagnóstico. Estas pruebas le permiten conocer el estado de funcionamiento del corazón. Es decir con qué rapidez y fuerza está trabajando nuestro motor (Fig. 3.1.).

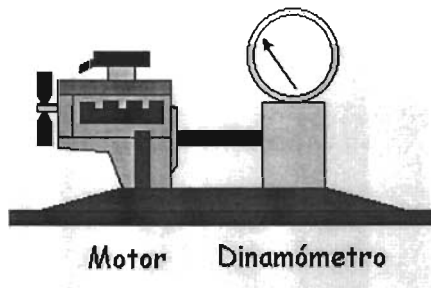


Fig.3.1 " Esquema del acoplamiento del MCI y el Dinamómetro"

El torque y la potencia son dos indicadores del funcionamiento del motor, nos dicen qué tanta fuerza puede producir y con qué rapidez puede trabajar.

El torque es la fuerza que producen los cuerpos en rotación, recordemos que el motor produce fuerza en un eje que se encuentra girando. Para medirlo, se utilizan un banco ó freno dinamométrico que no es más que una instalación en la que el motor puede girar a toda su capacidad conectado mediante un eje a un freno ó balanza que lo frena en forma gradual y mide la fuerza con que se está frenando.

Los frenos dinamométricos son los encargados de crear un par resistente que es el que proporciona la "carga" al motor. Esta carga ha de ser variable para ensayar distintas condiciones operativas del motor.

Se han desarrollado varios tipos de frenos basados en distintos principios, los más difundidos son:

- Frenos de fricción.
- Frenos hidráulicos.
- Frenos eléctricos.
 - De corriente continua.
 - De corriente alterna.
 - De corrientes de Foucault.

Frenos de fricción.

El freno de fricción mecánico por zapata y tambor fue el primero en utilizarse llamado "Freno de Prony", debido a su inestabilidad y dificultad de regulación y refrigeración, hoy es sólo un antecedente histórico.

Frenos hidráulicos.

El freno hidráulico es similar a un convertidor hidráulico de par, en el que se impide girar al eje de salida . Se compone de un rotor y una carcasa (ó estator) llena de agua que sirve tanto de elemento frenante como refrigerante.

La potencia del motor absorbida por el freno se transforma en calor, necesiándose una alimentación continua de agua fría. Para una temperatura de entrada al freno de 200 °C y una salida de 600 °C se necesita por KW frenado, un caudal de 20 dm³ /h aproximadamente. Para evitar el deterioro del freno la temperatura del agua a la salida no debe sobrepasar en general los 600°C.

De los diversos frenos dinamométricos hidráulicos que se han desarrollado vamos a ver dos tipos constructivos:

- Rotor interior.
- Rotor exterior.

así como dos tipos de regulación:

- Por compuertas.
- Por nivel de líquido.

Tanto el rotor como el estator están provistos de una serie de alvéolos o cavidades, que tienen forma de elipsoide. Los del estator están enfrentados a los del rotor.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

Durante el funcionamiento, el agua de los alvéolos del rotor es expulsada a gran velocidad por la acción de la fuerza centrífuga introduciéndose en los alvéolos del estator por el perímetro externo. Estos últimos poseen una forma tal que hace que el agua retorne a los del rotor a menor velocidad por la parte más próxima al eje de rotación.

De esta forma la trayectoria del agua es helicoidal, produciendo el torbellino de este movimiento un efecto de frenado entre el rotor y el estator, como consecuencia del rozamiento entre las superficies del freno y el agua existente en su interior. La resistencia que el agua opone al giro del rotor reacciona sobre el estator, produciendo un par igual al par motor.

Determinados modelos de los frenos hidráulicos Schenck tienen las partes móviles dispuestas exteriormente al estator, el cual está montado en forma basculante y unido al sistema de medida de fuerza. Esta disposición permite añadir un freno de fricción sobre la cara exterior del rotor para aumentar el par de frenado a bajo régimen.

La regulación de la carga resistente se puede efectuar interponiendo unas compuertas en el espacio entre los alvéolos del estator y del rotor. Accionando un volante exterior al estator se aproximan o alejan del eje de rotación las dos compuertas haciendo inactivo a los efectos de frenado un número menor o mayor de cavidades.

En la regulación por nivel de líquido, al girar el rotor el agua que hay dentro del freno sufre la acción de las fuerzas centrífugas formando un anillo, cuyo espesor se puede regular estrangulando la salida o la entrada de agua.

El par de frenado de los frenos dinamométricos hidráulicos es aproximadamente proporcional al cuadrado del número de revoluciones (curva característica de respuesta aproximadamente cuadrática), lo que les hace muy estables,

Las ventajas de este tipo de freno son:

- Bajo costo para potencias absorbidas importantes.
- Gran duración.
- Reparación rápida y poco costosa.

Como inconvenientes podemos citar:

- Poca versatilidad de las curvas de par resistente.
- Par de frenado fuertemente dependiente de la presión de la red hidráulica, lo que puede producir inestabilidad.

Estas consideraciones hacen que el freno hidráulico sea el más utilizado en producción y en ensayos de resistencia.

Frenos eléctricos.

Para determinar la potencia efectiva se pueden utilizar generadores de corriente eléctrica.

Así por ejemplo si se acopla un motor térmico a un dínamo conectado a una resistencia eléctrica, la potencia del motor se utilizará en accionarla. Esta potencia se puede determinar midiendo con un voltímetro y un amperímetro la potencia eléctrica suministrada por la dínamo. En este método debe tenerse en cuenta, que existirán pérdidas por rozamiento, por efecto del aire y pérdidas eléctricas dependientes de la carga en el generador por lo que la medida no es muy precisa. Esto hace que sea mucho más común medir la potencia del motor indirectamente a través del par motor.

Frenos de corriente continua.

Igual que en los frenos hidráulicos, el estator posee un montaje basculante y está unido a un sistema de medida de fuerza. El par motor se transmite del rotor (inducido) al estator (inductor en anillo) por medio del campo magnético.

La regulación de la carga, cuando las variaciones no son demasiado grandes, puede ser hecha variando la excitación de la dinamo con un reóstato. Haciendo crecer la reacción electromagnética entre el rotor y el estator, efecto que trasmite el par del rotor al estator, aumenta la carga resistente y viceversa. La corriente producida puede ser disipada en forma de calor a través de resistencias eléctricas.

Ahora bien, una ventaja de este tipo de freno es que la energía eléctrica generada durante el ensayo puede aprovecharse de alguna forma útil ya que la potencia del motor no se pierde en un sistema de refrigeración. Así podría llevarse a la red.

En este último caso la dínamo-freno se conecta a un grupo constituido por un motor de corriente continua unido a un alternador trifásico acoplado a la red, y un motor de corriente alterna que acciona las dinamos excitatrices que suministran la corriente de extracción para el motor c.c. y la dínamo-freno.

La regulación de la excitación de las dos máquinas de corriente continua puede efectuarse por medio de reóstatos: uno varía la excitación del motor y ,por tanto la tensión de los extremos del inducido de la dinamo-freno, el otro varía la excitación de la dínamo-freno.

La energía eléctrica desarrollada por la dínamo-freno es enviada al motor de c.c. del grupo, arrastrándola al alternador asíncrono. Se recupera, por tanto, en forma de energía eléctrica trifásica la energía mecánica suministrada por el motor térmico.

Este tipo de dínamo-freno presenta la gran ventaja de poder ser usado también como motor eléctrico y puede servir no sólo como arrancador del motor, sino también como medio para arrastrarlo, una vez suprimido el encendido y medir directamente la potencia necesaria para vencer los rozamientos. En este caso el alternador actúa como asíncrono accionando un generador de c.c. (anteriormente motor c.c.) que alimenta a la dínamo-freno, que ahora actúa como motor .

Actualmente el grupo motor c.c.-alternador se sustituye por sistemas electrónicos de potencia.

Se ha descrito como funciona un dinamómetro, ya que esta máquina es la que se utiliza en el CPM y siendo a su vez el motivo del presente trabajo de tesis.

3.2.2.- Banco de Prueba (Dinamómetro) del CPM

El CPM fué construído desde el año de 1980 contando con 4 bancos de pruebas, en el año 1990 se construyeron otros dos bancos de prueba, cubriendo así la demanda existente de pruebas, teniendo un total de 6 bancos de pruebas (Dinamómetros).

- 2 Dinamómetros de la marca Schenck Pegasus.
- 2 Dinamómetros de la marca Siemens.
- 2 Dinamómetros de la marca AVL.

En el siguiente cuadro podemos observar la descripción más al detalle de los frenos:

	Marca	Capacidad	Tipo	Software
1	Siemens	180kw	Eléctrico	CATS V6.5
2	Siemens	134kw	Eléctrico	CATS V6.5
3	AVL	160 kw	Eléctrico enfriado por agua	PUMA V.5
4	AVL	160 kw	Eléctrico enfriado por agua	PUMA V.5
5	Pegasus	230kw	Hidráulico	Manual
6	Schenck Pegasus	230kw	Eléctrico enfriado por agua	Dynamot Control IV

Para poder realizar la medición de Potencia y Par Motor en un MCI es necesario considerar los aspectos de control para el correcto funcionamiento del

motor ya que este estará sujeto a condiciones severas de funcionamiento, estos aspectos de control han sido tocados en el capítulo 2, "Sistemas del MCI" y para este control es necesario contar con equipo auxiliar que se vaya adecuando a los nuevos avances tecnológicos de las diferentes motorizaciones de VW.

En los capítulos anteriores se ha hablado del desarrollo de los sistemas de calidad, así mismo el desarrollo de nuevas tecnologías en MCI, por lo cual es necesario hacer conocer que el área de Centro de Prueba Motores no ha avanzado estructuralmente para que pueda estar a la vanguardia tecnológica (Fig.3.2).

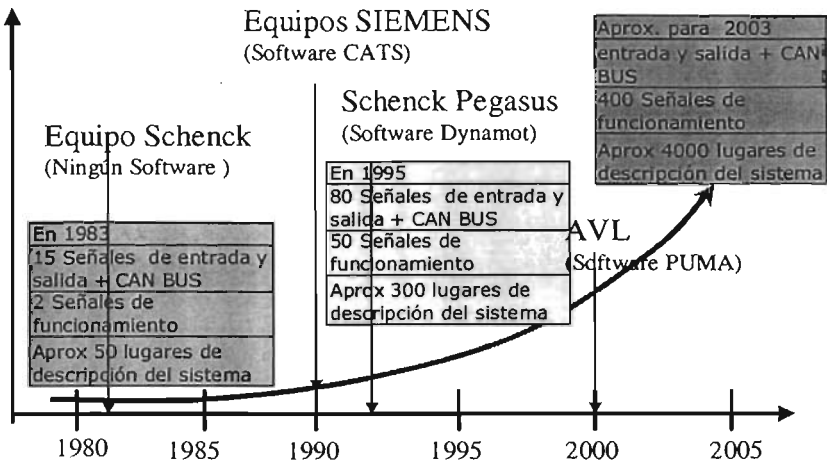
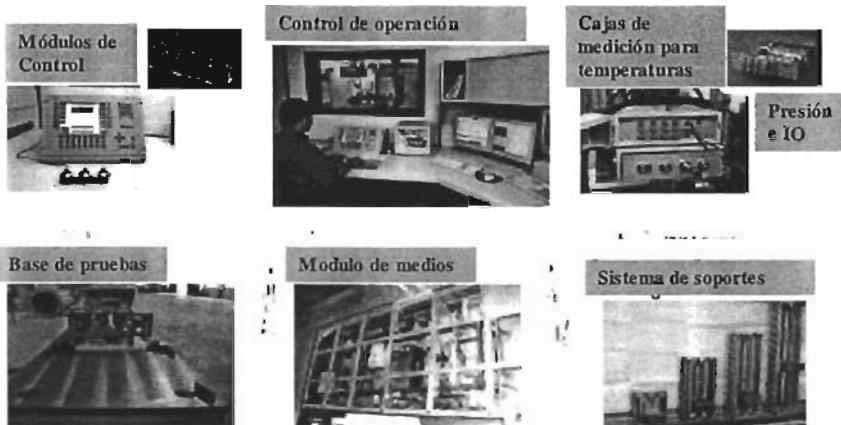


Fig. 3.2 "Complejidad en el mando del motor y estatus de equipos en Q VWM"

3.2.3.- Celda de prueba del CPM

El consorcio de VW se dio a la tarea de desarrollar un organismo interno para desarrollar un banco ideal para la evaluación del producto desde su concepción ideal hasta el proceso de fabricación en serie, este desarrollo comenzó en el año de 1990 teniendo como objetivo de abarcar solamente el área de Desarrollo Técnico, pero en la última junta de auditoría de producto; Internationaler Konzern-Ringvergleich Produktaudit Motor en Wolfsburg Alemania efectuado del 05 al 07 de Noviembre del 2003, se expuso el banco ideal, el cual cumple los requerimientos establecidos.



Los bancos de prueba ó dinamómetros deben de constar básicamente de los siguientes elementos para su correcta evaluación del producto:

1.- 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.

2.- **Bancada**, cuya misión es soportar el motor.

3.- **Soportes** para montar y fijar el motor en la bancada, así como regular la altura y alinear el motor con el freno.

4.- **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.

5.- **Transmisión** que permita la conexión freno-motor con una cierta elasticidad y capacidad de absorber desalineaciones.

6.- **Sistema de alimentación de combustible** al motor con instrumentos de medición de consumo.

7.- **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.

Nota: Si los motores son refrigerados por aire se suele utilizar una soplante dirigida hacia las aletas del motor.

8.- Sistema de refrigeración de aceite.

En ocasiones también se refrigera el aceite del motor, ya que al no existir una corriente de aire al cárter, éste tiende a sobrecalentarse. El sistema consta de un intercambiador aceite/agua y en ocasiones una bomba auxiliar.

9.- Red de agua.

Los frenos dinamométricos transforman toda la energía mecánica que reciben del motor en calor. Este calor es eliminado por el sistema de refrigeración del freno que suele ser mediante un abastecimiento continuo de agua.

En los frenos hidráulicos se ha de mantener la presión del agua dentro de unos límites, ya que por ser el agua el elemento frenante, cualquier variación de presión provocaría una variación en el par resistente y por tanto una variación en la medida.

El agua se calienta a su paso por el freno y en algunos casos se suele emplear un circuito cerrado, enfriándose el agua en una torre de refrigeración.

10.- Sistema de evacuación de los gases de escape.

Los gases de escape son enviados tras pasar por un silenciador a la atmósfera.

11.- 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.

12.- El software es el sistema de comunicación entre todos los elementos de control y medición para poder emitir resultados del comportamiento del motor en diferentes condiciones de prueba de una forma automática (Fig.3.3).

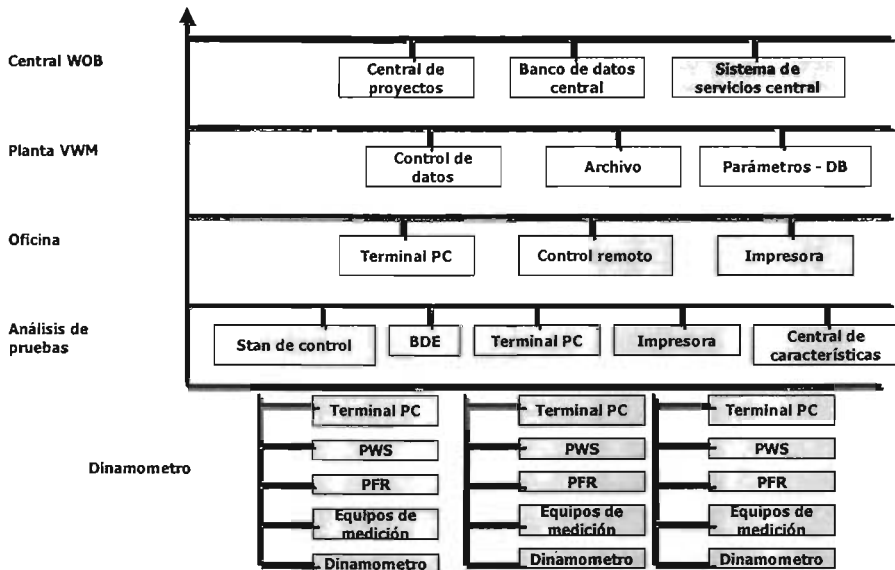


Fig. 3.3 "Concepto general del Dinamómetro ideal por VWAG "

3.2.4.- Mantenimiento del Dinamómetro del CPM

No solamente el tener equipo nuevo es lo más importante, es decir, que llegar a tener el equipo que pueda ayudar a evaluar un producto correctamente es una parte, la otra es la de mantenerlo en condiciones óptimas de funcionamiento en el transcurrir del tiempo; lamentablemente los equipos que en estos momentos cuenta el CPM carecen del importante mantenimiento, no sé si sea por desconocimiento, falta de interés ó ignorancia del funcionamiento del mismo, pero han hecho que los equipos estén constantemente en reparación, trayendo como consecuencia paros largos de máquina ya que no se cuenta con las refacciones; las cuales se tienen que importar, con estos paros además trae como secuelas el aumento de horas de funcionamiento de otros equipos acortando la vida útil del mismo, accidentes laborales, descontento de los clientes con entrega de resultados demasiado tarde, además del incremento en gastos innecesarios (Tiempo Extra).

Queriendo realizar un análisis del historial de las horas de funcionamiento de los Dinamómetros no pude saber mucho, ya que carece de un estructura de mantenimiento, en pocas palabras se realizan mantenimientos correctivos sin tener registros de los mismos lo cual dificulta una planeación del mantenimiento.

Antecedentes:

A finales del 2001 los dos dinamómetros de la marca Siemens sufrieron una falla **"Rompiamiento de rodamientos del rotor de la máquina eléctrica"** trayendo como consecuencia el desajuste de la flecha transmisora de fuerza.

Causa : Falta de lubricación

Tiempo de paro: 8 meses

Mantenimiento sugerido por el proveedor: cada 1000 hrs de funcionamiento.

Mantenimiento planeado: eléctrico, electrónico, mecánico sin contemplar la lubricación de ese rodamiento.

Gasto incurrido: 250,000 USD.

Este es uno de los casos en los cuales se demuestra que no se tiene la cultura de realizar un mantenimiento adecuado para poder cubrir las necesidades del área.

3.2.5.- Ingeniería de mantenimiento para el CPM

Es necesario tener una Ingeniería de Mantenimiento en el CPM, el cual es un sistema que a través de su aplicación, será posible planear, organizar y controlar las funciones desarrolladas por el departamento de mantenimiento, posibilitando:

- Registrar cualquier tipo de dato referente a mantenimiento - planes de mantenimiento, puntos donde será aplicado el mantenimiento, piezas de recambio, etc.
- Planear órdenes que serán ejecutados por mantenimiento.
- Programar la ejecución de las órdenes a través de controles automáticos.
- Nivelar recursos de acuerdo con la programación realizada.
- Procesar todos los datos referentes a mantenimiento y transformarlos en informaciones de control.
- Crear históricos de los eventos.
- Elaborar gráficos.
- Analizar pérdidas de producción.
- Calcular costos.
- Analizar ocurrencias.
- Controlar consumo de stocks de materiales.
- Controlar ejecutores de las órdenes.
- Acompañar servicios realizados.

Las ventajas de la recopilación de esta Información son las siguientes:

Reducción de costos:

- Reducción de la interrupción de funcionamiento en procesos productivos.
- Minimización de la insuficiencia cuantitativa y cualitativa del mantenimiento requerido.
- Racionalización en el consumo de piezas de recambio e insumos.
- Racionalización en la aplicación de recursos humanos.

Aumento de productividad:

- Optimización del tiempo disponible para producción / utilización.
- Optimización de la capacidad de producción.

Garantía de calidad de los productos:

- Optimización de los estándares de funcionamiento.
- Optimización de los ajustes, regulaciones y calibraciones.

Garantía de seguridad:

- Optimización de la conservación y condiciones operacionales del proceso.
- Optimización de las condiciones de fabricación y provisión del producto.

Generación de informaciones integradas al contexto de la empresa:

- Costo .
- Utilización de recursos humanos y materiales .
- Eficiencia operacional .

Estos resultados serán fácilmente obtenidos cuando exista la conciencia de que no basta instalar el software. Será necesario saber utilizar las informaciones generadas, como una herramienta adicional al departamento de mantenimiento y como elemento de decisión en el contexto de la empresa.

Ya definimos cuales serán la ventajas de un Ingeniería de mantenimiento pero ¿Cómo? Es la pregunta que a continuación se plantea.

Primeramente es necesario implementar un mantenimiento automatizado, es decir estructurar el plan general que deseamos para cubrir nuestra necesidad.

Automatización del Mantenimiento:

- Programación de las órdenes a realizar.
- Elaboración del plan maestro de mantenimiento.

- Nivelación de los recursos humanos.
- Nivelación de los recursos de materiales.
- Nivelación del costo de acuerdo con el presupuesto disponible.
- Emisión de órdenes de servicio de acuerdo con la programación elaborada.
- Gráficos de históricos de órdenes.

Planeación del Mantenimiento

- Registro de todas las áreas envueltas en el proceso de mantenimiento.
- Elaboración de planes de mantenimiento integrados a documentos externos e ilustraciones.
- Integración del registro de mantenimiento a manuales del fabricante, contratos, esquemas de montajes, proyectos y layout's.
- Los planes de mantenimiento pueden ser programados por períodos, fecha específica, acumulación de producción / utilización, tendencias de variables de proceso o eventos.
- Los planes de mantenimiento pueden ser aplicados a equipos productivos, equipos auxiliares, equipos de control de calidad, instalaciones de la empresa, cualquier bien patrimonial o equipos pertenecientes a terceros.
- Todos los procedimientos operacionales a ejecutar o ejecutados, referentes a los planes de mantenimiento, podrán ser archivados.
- Cualquier tipo de medición, control o calibración efectuada en los equipos podrán ser archivados y así controlar el proceso de programación de ejecución de los mantenimientos.
- La programación podrá ser racionalizada a través de la nivelación de los recursos.
- Control del proceso de ingreso y cierre de las órdenes.
- Control de utilización efectiva de la mano-de-obra.
- Control de servicios de terceros.
- Control de interferencia en el proceso productivo.
- Cálculo del costo discriminado por servicios, funcionarios internos, materiales e interferencia en el proceso.
- Control de stock integrado o diferenciado por tipo de materiales.
- Control de ordenes en ejecución y ejecutadas.
- Generación de informaciones operacionales y administrativas a través de filtros y agrupamientos definidos por el usuario.
- Generación de gráficos configurables para las principales informaciones generadas.
- Comparación de informaciones con metas planeadas.

"El mantenimiento asegura la conservación y el funcionamiento regular y permanente de: máquinas productivas, auxiliares, bienes patrimoniales e instalaciones físicas, extinguiendo las consecuencias generadas por la insuficiencia del mantenimiento."

3.3.- Método de evaluación de par motor y potencia del CPM.

El establecer el método adecuado para la realización de la evaluación del rendimiento de motores de combustión interna es necesario tomar en cuenta los requerimientos que como sistema están definidos en el consorcio de VW.

3.3.1.- Lineamientos del consorcio de VW

Como toda empresa, es necesario saber qué producto es rentable como fabricación propia, WVM es una de las empresas del consorcio de VW que fabrican Motores de Combustión Interna.

El consorcio de Volkswagen ha considerado como estrategia fundamental para la permanencia y competitividad en el mercado automotriz la estandarización de procedimientos y métodos para los diferentes procesos críticos y claves de producción y evaluación, teniendo como fin el Aseguramiento de Calidad del Producto, por lo cual ha conformado un organismo capaz de proporcionar una orientación y una reglamentación en procedimientos, llamado "Aseguramiento de Calidad Consorcio (K-QS, Konzern Qualitätssicherung)."

K-QS ha emitido una serie de procedimientos y recomendaciones para la evaluación de rendimiento Par motor y Potencia en los motores que se fabrican en cada planta del consorcio y son:

- 1.- Prüfstandar Serienleistungsmessung ,Versión 1.1
Elaborado por el Sr. L.Fredersdorff de K-QS-61.
 - 1.1.- EG/ECE Richtlinie zur Leistungsermittlung(derzeit EWG 80/1269)
 - 1.2.- MODIS Kenndatenblatt.
 - 1.3.- Standar-Einlaufprogramm TAB 001.411
- 2.- Internationaler Konzern-Ringvergleich Produkaudit Motor
Wolfsburg vom 05.bis 07. November 2002.
- 3.- Formelberechnung in PUMA / CONCERTO
Audi Prüfwesen I/EA-51 Sr.J.Rehn
- 4.- Vermessungsumfang von Dauerlaufmotoren AA Nr. 04.EA-13.041
Audi- Dr. Lachner I/EA-13

Debido que los lineamientos son revisados por lo menos una vez al año por cada organismo emisor, esto hace que el área CPM este siempre sujeta a cambios ya que debe de cubrir los nuevos requerimientos.

3.3.2.- Aplicación de lineamientos del consorcio de VW en el CPM.

	Estándar de Pruebas Medición de Potencia de Serie Prüfstandar Serienleistungsmessung	K-QS-61 Versión 1.1 PS-Leistung.001.1.xls
--	---	---

Objetivo:

Asegurar una medición de potencia unificada en todo el consorcio en las fábricas productoras de motores. Este módulo describe los requerimientos especiales para la comprobación con el ensayo a calor con determinación de la potencia bajo carga completa.

Area de vigencia:

Esta secuencia obligatoria es vigente para las fábricas productoras de motores de todas las localidades del consorcio y para sus desarrollos. Tiene vigencia para todas las series constructoras de motor.

Términos:

No se ocupa.

Responsabilidades:

Elaboración y seguimiento del estándar de prueba por K-QS-61.

Documentación adicional vigente:

Pliego de condiciones de proceso Motores (pliego de condiciones delimitador, PLH.MR.001) en la versión acordada y ratificada en cada caso.

Reglamento EG/ECE para la determinación de la potencia (actualmente EWG 80/1269 al 1999/99) en su versión vigente en cada caso

Hoja de datos característicos MODIS

Programa de suavización estándar TAB 001.411

Documentación:

El Aseguramiento de Calidad respectivo de la fábrica debe documentar el cumplimiento con el estándar de pruebas.

Servicio de modificaciones:

K-QS-62 revisará mínimo una vez al año la vigencia de este estándar de pruebas, ó lo modifica en acuerdo con las OE's afectadas.

Regulación:

1. Para la primera puesta en servicio de un nuevo concepto para motor se debe consultar el departamento especializado de Desarrollo. En esto se deben comprobar todas las adaptaciones y todos los puntos críticos deben indicarse a los colaboradores de los QS de las fábricas.
2. Antes de la puesta en servicio del motor se debe ejecutar un Identcheck (chequeo de identificación).
3. Antes de la puesta en servicio del motor se debe controlar visualmente si éste tiene daños externos.
4. Para la prueba del motor debe tenerse una hoja de datos característicos MODIS completamente llenado de fecha actual. Para todos los motores que hasta ahora no se incluyeron en el MODIS debe tenerse presente una hoja actual de datos de prueba del motor.
5. Estado de equipamiento: El motor se trabaja conforme al estándar con todos los agregados auxiliares que se necesitan para el servicio del motor (análogo a "TÜV - Leistungsmessung" - medición de potencia del Organismo Estatal de Revisión Técnica de Alemania).
Cuando no es posible trabajar el motor en esta configuración estándar, entonces de la potencia determinada se debe abstraer el consumo de potencia de los accionamientos auxiliares que no se instalaron pero que se necesitan para el servicio del motor. Las potencias de los accionamientos auxiliares que ya se agregaron, pero que no se necesitan para el servicio del motor, deben sumarse a la potencia medida.
Las potencias diferenciales de los accionamientos auxiliares se anotan con la hoja de datos MODIS.
6. El departamento especializado de Desarrollo debe poner a disposición la unidad de control necesaria para la ejecución de la medición de potencia.
El jefe del proyecto debe establecer en la hoja de datos MODIS la unidad de control y el estado de datos E-Prom para el concepto de motor.
7. Toda la aspiración de aire, desde el filtro de aire hasta el snorkel respiradero debe instalarse con piezas originales. Cuando se puede excluir una influencia sobre la medición de la potencia, entonces no se requieren componentes preconstruidos adicionales para guiar el aire. Para eliminar errores de medición se debe desactivar una aspiración / regulación de aire calentado posiblemente existente.

8. El punto de medición para la temperatura de aire de entrada debe colocarse de 100 a 150 mm antes de la entrada al filtro de aire. Debe asegurarse que se capturen correctamente la temperatura, la presión y la humedad del aire que entra al motor y que no se adulteren por influencias exteriores.
9. Refrigerador del aire alimentado: Se permiten refrigeradores del aire alimentado enfriados por agua. En los motores con refrigeración del aire alimentador (LLK) se debe cumplir con la temperatura $\pm 5^{\circ}\text{C}$ en la salida del LLK según indicaciones de la hoja de datos MODIS. En los refrigeradores estándar la presión también se debe regular al valor nominal (tolerancia $\pm 500\text{Pa}$).
10. Instalación de gas de escape: Solamente se permiten piezas originales hasta inclusive el catalizador principal. La instalación de gases de escape se puede adaptar a las condiciones del puesto de ensayos. Después del catalizador principal la contra-presión se puede ajustar conforme a la hoja de datos MODIS, usando una compuerta de estrangulación. Para una definición exacta de la temperatura del gas de escape la posición del punto de medición de la temperatura se debe determinar en dependencia del concepto. Esta se debe indicar en la hoja de datos MODIS.
11. En el caso regular el combustible utilizado debe ser el combustible dimensionado. En caso dado se usa un combustible de referencia. Para evitar las influencias de cargas diferentes de combustible, las fábricas productoras de motores deben analizar y documentar muestras de combustible en intervalos regulares.
12. La recepción del motor en el puesto de ensayos debe ejecutarse parecido al vehículo, con cojinetes de hule - metal.
13. La suavización del motor debe ejecutarse conforme a un programa estandarizado de suavización (TAB 001.411) y con cargas alternas. Diferencias a esto serán publicadas por Desarrollo. La primera curva de carga completa ya se trabaja después de un tiempo de suavización de 90 minutos. En esto el motor debe alcanzar los valores de potencia solicitados con una tolerancia de $\pm 5\%$. Las diferencias a esto deben quedar determinadas y documentadas por Desarrollo.
14. Se debe trabajar una curva de carga completa a partir de 1500 1/min., con un escalonamiento de 500 1/min. Además se debe trabajar el momento máximo de giro con un escalonamiento de ± 200 1/min., y el rango de potencia nominal con un escalonamiento de ± 100 1/min. La temperatura del aceite al iniciar la curva de carga completa debe quedar $> 60^{\circ}\text{C}$.

15. Antes de cada punto individual de medición se debe esperar un tiempo de constancia después del tiempo de ajuste, hasta lograr un estado estable de servicio.
16. Durante la medición con carga completa la temperatura del agua se debe mantener en el rango de regulación del termostato. Debe asegurarse que no estén trabajando dos círculos de regulación el uno contra el otro.
17. La alimentación de combustible debe estar equipada con una regulación de temperatura. Para todos los motores se debe cumplir con una temperatura de alimentación de 25°C (\pm 5°C). Las diferencias a esto deben quedar determinados y documentados por Desarrollo.
18. Llenado con aceite: El motor se debe trabajar en su posición de instalación en el vehículo. En esto el nivel de aceite del motor debe llegar mínimo hasta el centro del rayado en la varilla indicadora del nivel de aceite. La temperatura máxima del aceite según la hoja de datos característicos MODIS (medido en el cárter de aceite) no debe sobrepasarse aun sin refrigeración adicional del aceite. Para los motores que en estas hojas de datos característicos no tienen indicados una temperatura máxima del aceite, se debe cumplir con un valor fijo de máximo 140°C.
19. En los motores OTTO se debe medir mínimo las emisiones HC y CO, en los motores DIESEL se debe medir mínimo el grado de turbiedad del gas de escape.
20. Los consumos de combustible se miden y se documentan en todos los puntos de carga completa.
21. Los resultados de prueba se deben documentar en forma adecuada y reproducible.
22. Los resultados de prueba se deben convertir al estado de referencia (de momento 99 kPa de presión de aire del aire seco y 25°C temperatura del aire de aspiración), según reglamento EG / ECE en su versión vigente en cada caso. En esta conversión viene incluida la corrección por altura ó la corrección de temperatura de aire de aspiración respectivamente. Las excepciones se deben especificar en el MODIS.

EG/ECE Richtlinie zur Leistungsermittlung (derzeit EWG 80/1269).

LINEAMIENTO DEL CONSEJO

del 16 de diciembre de 1980

para la homologación de las normas legales de las naciones miembros acerca de la potencia de motoras de vehículos automotores

(80/1269/EWG)

(modificada por última vez por 1999/89/EG)

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS -

Con base al contrato para la fundación de la Comunidad Económica Europea, especialmente en el artículo 100, a propuesta de la comisión (1) según el informe del Parlamento Europeo (2), según el informe del Comité Económico y Social (3), y considerando las siguientes razones:

Las normas técnicas, que deben ser cumplidas por los vehículos automotores según las normas legales definidas de cada estado, se refieren entre otros al método de medición de la potencia del motor a aplicar para indicar la potencia de motor de un tipo de vehículo.

Dichas normas varían entre los estados miembros; de ahí resultan obstáculos técnicos para el comercio, para cuya eliminación por parte de todas las naciones miembros – ya sea adicionalmente o en lugar de sus regulaciones actuales – deben ser emitidas normas iguales, para que pueda ser aplicado sobre todo el procedimiento de autorización de la Comunidad Económica Europea de acuerdo al lineamiento 70/156/EWG del Consejo del 6. Febrero de 1970 para la homologación de las normas legales de las naciones miembro acerca de la autorización de vehículos automotores y remolques para vehículos automotores (4), en la versión del lineamiento 80/1267/EWG (5), a cualquier tipo de vehículos –

Las naciones miembro no están autorizadas a rechazar o a prohibir la autorización de operación de la Comunidad Económica Europea o la autorización de operación con validez nacional, la venta, el alta, el arranque o el uso de un vehículo por razones que se relacionen a la potencia del motor, si ésta ha sido determinada de acuerdo a los anexos pertinentes.

INDICE DE LOS ANEXOS

ANEXO I: Determinación de la potencia de motor

Anexo 1: Hoja descriptiva

Anexo 2: Hoja de autorización de tipos

ANEXO I

LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE MOTOR

3. La determinación de conceptos

3.1. "Potencia de uso" La potencia que es recibida a un número de revoluciones por minuto correspondiente sobre un banco de pruebas en el cigüeñal o en el componente correspondiente con los dispositivos auxiliares listados en la tabla 1. Si la medición de la potencia sólo puede ser ejecutada en un motor equipado con una transmisión, deberá considerarse el grado de eficiencia de la transmisión.

3.2. "La potencia nominal", la mayor potencia de uso del motor, medida bajo condiciones de carga completa;

3.3. "Equipamiento de serie" todo equipamiento previsto por un fabricante para una determinada aplicación.

4. LA PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES DE POTENCIA CON CARGA COMPLETA

4.1. Par motor: $\pm 1\%$ del par motor medido (1)

4.2. Revoluciones por minuto

La precisión de medición debe ubicarse en $\pm 0.5\%$. Las revoluciones por minuto del motor deberán medirse preferentemente mediante un contador de revoluciones por minuto sincronizado y un cronómetro.

4.3. El consumo de combustible: $\pm 1\%$ del consumo medido

4.4. Temperatura del combustible: $\pm 2\text{K}$.

4.5. Temperatura de admisión del aire de motor: $\pm 2\text{K}$

4.6. Presión barométrica: $\pm 100\text{ Pa}$.

4.7. Presión en la tubería de admisión : $\pm 50\text{ Pa}$ (ver nota 1b de la tabla 1).

4.8. Contrapresión del gas de escape del equipo amortiguador de sonido de un vehículo: $\pm 200\text{ Pa}$ (ver nota 1b de la tabla 1).

5. LA PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA UTIL DEL MOTOR

5.1. Ayudas

5.1.1. Dispositivos auxiliares a involucrar

Durante la prueba todos los dispositivos auxiliares que se requieran para la operación del motor para el propósito de utilización intencionado (y listados en la tabla 1) deberán colocarse, de ser posible, en el mismo lugar que para el propósito de uso intencionado en el banco de prueba.

5.1.2. Dispositivos auxiliares a eliminar.

Determinadas partes de equipamiento que se requieren exclusivamente para la operación del vehículo y en determinado caso dispuestas en el motor, deberán ser desmontadas para las pruebas. La siguiente lista, que no pretende ser completa, contiene ejemplos al respecto:

- un compresor para el equipo de freno
- un dispositivo de fuerza auxiliar para el equipo de dirección
- una bomba para la suspensión de ruedas
- aire acondicionado.

En caso de equipamientos que no puedan desensamblarse, deberá determinarse la potencia de marcha vacía recibida por ellos y añadirse a la potencia medida.

(15) El sistema para la medición del momento del par motor debe calibrarse de tal manera que se consideran pérdidas por fricción. La precisión puede ascender en la mitad inferior del rango de medición del dinamómetro a $\pm 2\%$ del par motor medido

TABLA 1

Los dispositivos auxiliares que han de involucrarse a la prueba para determinar la potencia útil del motor

No.	Dispositivo auxiliar	Involucrado en la prueba de la potencia útil
1	Sistema de entrada - Tubería de admisión - Filtro de aire ^(1a) - Amortiguador de sonidos de admisión ^(1a) - Ventilación de la caja del cigüeñal - Limitador de revoluciones por minuto ^(1a)	} En serie - sí
2	Pre calentamiento del aire del tubo de admisión	En serie – sí (debe operarse en el marco de lo posible en su posición conveniente)
3	El equipo de amortiguamiento de sonido de emisiones - Filtro de emisiones - Colector del escape - Tuberías de emisión ^(1b) - Amortiguador de sonidos ^(1b) - Tubo final ^(1b) - Freno del escape ⁽²⁾ - Cargador	} En serie - sí
4	Bombas de combustibles ⁽³⁾	} En serie - sí
5	Compresor Sistema eléctrico de mando medidor de la corriente de aire etc. (en caso de existir) - Reductor de presión - Evaporador - Equipo de mezclado	} En serie – sí } Para motores de gas

6	Inyección de combustible (gasolina y combustible diesel) <ul style="list-style-type: none"> - Filtro previo - Filtro - Bomba - Tubería - Válvula de inyección - En determinado caso radiador de presión atmosférica (4) - Sistema electrónico de mando, medidor de corriente de aire etc. (en caso de existir) - Regulador - Limitador atmosférico de esfuerzo 	En serie – sí
7	Enfriamiento de líquidos <ul style="list-style-type: none"> - Cofre de motor - Salida de aire cofre de motor - Radiador - Ventilador (5) (6) - Dispositivo direccional del aire del ventilador - Bomba de aire - Termostato (7) 	No En serie – sí En serie – sí (5)
8	Enfriamiento de aire <ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo guía para aire (5) (6) - Ventilación (5) (6) - Dispositivo de regulación de temperatura 	En serie – sí
9	Equipo eléctrico	En serie – sí (8)
10	Cargador (en caso de existir) <ul style="list-style-type: none"> - Ya sea directamente a través del motor y/o a través de los gases de emisión de cargadores con propulsión enfriadora de carga adicional (9) - Bomba de líquido de enfriamiento o ventilador (con propulsión desde el motor) - Termostato para la sustancia refrigerante (en caso de existir) 	En serie - sí
11	Ventilador adicional para el banco de prueba	Sí en caso de ser necesario
12	Instalación para limpieza de gases de emisión (10)	En serie - sí

(1 a) El sistema completo de admisión debe involucrarse de acuerdo a la utilización intencionada del vehículo. La cual es:

- Cuando deba temerse un efecto considerable sobre la potencia del motor.
- En caso de motores de dos tacts y de emisión ajena .
- Si el fabricante lo busca.

En otros casos puede utilizarse un sistema equitativo y debe ejecutarse una prueba posterior, para que se asegure que la presión de la tubería de admisión no se desvíe por más de 100 Pa del valor límite nombrado por el fabricante para un filtro de aire limpio.

(1b) Debe involucrarse el equipo completo de amortiguador de ruido de escape de acuerdo a la utilización intencionada. Es decir:- si deba temerse un efecto considerable sobre la potencia del motor,- en caso de motores de dos tactos e encendido por chispa,- si el fabricante lo solicita. En otros casos puede montarse un sistema equitativo, en la medida en que la presión medida en la desembocadura del equipo de amortiguamiento de ruido del escape no varíe en más de 1,000 Pa de la presión indicada por el fabricante. Bajo desembocadura del equipo de amortiguamiento de ruido de escape debe comprenderse un punto, dispuesto a 150 mm por atrás del extremo de la parte del equipo de amortiguamiento de ruido de escape que se conecte al motor.

(2) Si el motor tiene un freno de escape, su tapa debe fijarse en posición completamente abierta.

(3) La presión de impulso de combustible puede ajustarse en caso necesario, para reproducir presiones existentes durante el propósito de uso correspondiente (en especial si se utiliza un sistema para retroalimentación de combustible).

(4) El sensor de presión de aire es el generador de la regulación de la bomba de inyección que depende de la presión de aire. El regulador o el equipo de inyección pueden contener otros dispositivos, que influyan en la cantidad del combustible inyectado.

(5) El radiador, los ventiladores, sus dispositivos de aire, la bomba de agua y el termostato deberán colocarse en el banco de pruebas en la misma posición que en el vehículo. El circuito de sustancia refrigerante sólo puede estar impulsado por la bomba de agua del motor. El enfriamiento del líquido puede realizarse ya sea a través del radiador del motor o a través de un circuito externo, presuponiendo que la pérdida de presión del circuito externo y la presión en la entrada de la bomba corresponden esencialmente al del sistema de enfriamiento del motor. La persiana del radiador, eventualmente existente, debe estar abierta. En caso de que el radiador, el ventilador y su dispositivo direccional de aire por razones prácticas no puedan ser montados en el motor, debe determinarse la potencia recibida por los ventiladores montados en la disposición correcta con relación al radiador y a su dispositivo de aire (en caso de existir) y por separado con aquellas revoluciones por minuto, que correspondan a las revoluciones por minuto utilizados para la determinación de la potencia del motor, ya sea por cálculo sobre la de base a características particulares o sobre la base de pruebas prácticas. Deberá restarse la potencia referida a las condiciones atmosféricas normales de acuerdo a 6.2 de la potencia corregida.

(6) En caso de un ventilador o soplador con interrupción o en marcha progresiva, deberá ejecutarse la prueba con ventilador o soplador apagado y/o con deslizamiento máximo.

(7) El termostato puede ajustarse firme y completamente abierto.

(8) Potencia mínima de la dinamo: La potencia del dinamo debe limitarse a aquel valor que sea forzosamente necesario para el abastecimiento de los dispositivos auxiliares indispensables para la operación del motor. Deberá estar conectado a la batería, de manera que ésta debe estar completamente cargada y en estado reglamentario.

(9) Los motores enfriados por aire de carga deberán probarse con enfriamiento de aire de carga, siendo irrelevantes si éstos se operan con líquido o con aire; a solicitud del fabricante un radiador enfriado por aire sin embargo, sólo podrá ser sustituido en un sistema de bancos de prueba. En cualquier caso deberá probarse para todas las velocidades de la medición de potencia bajo caídas de presión y temperatura por las que pasa el aire de motor a través del radiador de aire de carga, el cual tiene que ser el mismo para el sistema de banco de prueba que aquel que haya sido indicado por el fabricante para el vehículo completo.

(10) Podrán formar parte de ello p. ej.: la recirculación de emisiones, el catalizador, el termorreactor, la alimentación lateral de aire y la protección a la evaporación de combustible.

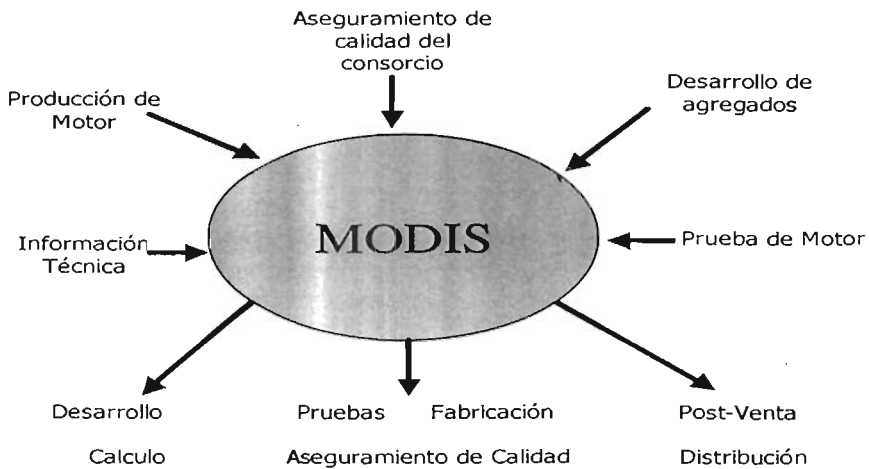
Hoja Descriptiva MODIS

MODIS

Tabla de datos característicos para la Medición de Potencia de Serie



Numero de Pr's motor Fabrica de Motor No. de Agregado MODIS-Coord Inador	Familia de Motor Tipo de motor Siglas de Motor Número teléfono	Potencia Tipo de motor Estatus	Plataforma Emisiones Fecha / tiempo
Capacidad: cm ³ Cilindros: Compresión: bar - bar Orden de Potencia de arrastre (2000 1/min) kW/Nm Material del sistema de succión Sobrealimentación: Tipo de carga: Presión de carga mbar + - mbar Enfriamiento de aire de carga Volumen de líquido enfriado l Tipo de termostato Sistema de enfriamiento Material del Monoblock Tipo de combustible: Pres. de Comb. (Bom. Alta Pres) bar Pres. de Comb. Antes de Bomba *C Temp. de combustible Pres. de Comb (vacio) bar Pres. de Comb (Mom. Nom) bar Pres. de Comb (Pot. Nom) bar Consumo de Comb/ Hub mg/Hub Consumo de Comb/ Hub (Pot) mg/Hub Temp. de aceite max. *C Presión de aceite min. (vacío) bar Presión de Aceite max. bar Baja Presión(Bomba de vacío) bar Temperatura del aire de adm. *C Presión de carga a Mom. Nom - + mbar Temp. de aire de carga. Mon. Nom - + *C Presión de carga a Pot. Nom - + mbar Temp. De aire de carga.Pot. Nom - + *C	Peso del motor (DIN 70 020A): kg No. Válvulas Sorte de Aceite Cantidad de aceite con filtro l Cantidad de aceite sin filtro l Accionamiento E-Gas Ajuste del árbol de levas Sistema de fecha compensadora Equilibrio de árboles Sistema de descarga Diámetro frontal del eje Sensor de viscosidad Gases del carter max Motor-Medio de enfriamiento Angulo de cigüeñal (Vacio) *C Angulo de cigüeñal (Mom.Nom) *C Angulo de cigüeñal (Pot.Nom) *C especificación Consumo g/kWh RPM en vacío nominal 1/min RPM de corte suave 1/min RPM en vacío con clima 1/min RPM de corte duro 1/min Presión del compresor bar Temp. Gases de escape max. *C Contrapresión max mbar Gases negro Pot. nom Bosch Anexo de agregados KW Z) Corrección de Potencia	L/min *C *KW *KW *KW 1) g/kWh 1/min 1/min 1/min 1/min bar *C mbar Bosch KW Z)	Curva de Plena carga TÜV-/Curva característica
Datos de prueba Mom. Nom (E WG) Nm Pot. Nom (E WG) kW Presión. de carga max. mbar Gases negros max. Bosch CO-Valor max. % HC- Valor max ppm Especif. Consumo plena carga max. g Nombre Descripción / status Filtro de aire Sensor de masa de aire Sensores Unidad de control eléctrica/ EPROM Catalizador Sonda Lambda antes del catalizador Sonda Lambda después del catalizador NOx-Sensor	Tol. Tolerancia RPM O RPM U Unidad % abs 1/min abs 1/min abs 1/min abs 1/min abs 1/min abs 1/min Descripción / status Número de dibujo Fecha de dibujo	1) Angulo de encendido= Angulo de sincronización (Arbol de levas-Cigüeñal) 2) Agregados=Generador, Compresor, Servodirección, -	



MOTOR OTTO DIESEL INFORMACIÓN SISTEMA

¿Que es MODIS?:

Modis es un sistema de información para la administración y representación de los datos técnicos del grupo motor, además el sistema contiene datos del vehículo, a partir de los cuales se puede dilucidar tal cual son los grupos de motor integrados en un vehículo.

Objetivo.

Procura una visión de conjunto rápida y sencilla, sobre los grupos de motor en desarrollo y en producción. Además de los datos específicos de cada tipo, MODIS contiene datos de los ensayos de desarrollo y los datos de campos de dispersión de la producción en serie.

Standar-Einlaufprogramm TAB 001.411 (Estándar- Tabla de aflojamiento TAB 001.411)

3.2.5 Versuchsablauf Kurzeinlaufprogramm Otto- und Dieselmotoren (Tab 001411) zur Kennwert-Streubandermittlung in Motoren produzierenden Werken

Nr.	Motortyp	Dauer t(min)	Drehzahl n (1/min)	Drehmoment Md (Nm)	Last F (kp) PS-Bremse	Last F (N) kW-Bremse
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	3000	45	6	47
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	5000	Vollast	Vollast	Vollast
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	3000	60	9	63
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	3000	90	13	94
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
4	VR6 EA 390	10	3000	90	13	94
4	VR6 EA 390	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast

Form E 41b - 06/83

3.2.5 Versuchsablauf Kurzeinlaufprogramm Otto- und Dieselmotoren (Tab 001411) zur Kennwert-Streubandermittlung in Motoren produzierenden Werken

Nr	Motortyp	Dauer t(min)	Drehzahl n (1/min)	Drehmoment Md (Nm)	Last F (kp) PS-Bremse	Last F (N) kW-Bremse
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	3000	45	6	47
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
1	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 111	10	5000	Vollast	Vollast	Vollast
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	3000	60	9	63
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast
2	4 Zyl. Otto Saugmotor EA 827 / 831	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	3000	90	13	94
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast
3	5 Zyl. Otto Saugmotor EA 828 / 557	10	4000	Vollast	Vollast	Vollast
4	VR6 EA 390	10	3000	90	13	94
4	VR6 EA 390	10	3000	Vollast	Vollast	Vollast

Form E 41b - 06/83

Vermessungsumfang von Dauerlaufmotoren AA Nr. 04.EA-13.041
(Circulo de medición de duración de recorrido de motores)

Name : Dr. Lachner	AA Nr. 04.EA-13.041	
Abt. : I/EA-13	Circulo de medición de duración de recorrido	
Tel. : 38236	de motores,	
Datum : 02.10.00		

1.- Objetivo.

Establecimiento de pruebas con la construcción interna de motores

2.- Sector de validez

Este trabajo aplica a OE I/EA-13 und I/EA-51

3.Términos.

BAT: Prueba simulación de carretera AA04.EA-13.021

PZD: policiclo de recorrido constante AA von VW

DHT: Duración-máxima velocidad-prueba AA04.EA-13.022

KHT: Frío -Caliente-prueba AA04.EA-13.011 bzw .013

HDT: Máxima velocidad de prueba AA04.EA-13.023

BT: Pistón-desarrollo-programa descanso-prueba AA04.EA-13.027

FT: Pistón-desarrollo-programa descanso-Prueba de atascamiento
AA04.EA-13.028

ÖVT: Consumo de aceite AA04.EA-13.029

MDL2: Motores de prueba de duración 2 máxima velocidad P1 a P10

SEWP: Simulación EWP AA 04.EA-13.059

FzgDL: Motores de duración de Auto

4.Responsabilidades

Establecimiento de mediciones

5.Regulación

La explicación detallada se explica en los alcances ve S.2

6.Documentos también vigentes

No los hay

7.Documentación

Protocolo de medición

8.Servicio de modificaciones

Esta instrucción se verifica anualmente a través I/EA-13 para validez de los aplicadores.

9.Anexos

No los hay

OE-Leiter:	Gültig ab / Datum:	Unterschrift
Dr. Geiger	04.10.00	
Verteiler: I/EA-11; I/EA-12; N/EA-34; I/EA-51; I/GQ-21; I/EA-1		
Ersatz für:	AA	Stand
	04.EA-13.041	8/99

Estas Tablas son emitidas por Audi, Vermessungsumfang von Dauerlaufmotoren AA Nr. 04.EA-13.041 y Standar-Einlaufprogramm TAB 001.411, dichas tablas determinan los parámetros de manejo de los motores para su respectivo aflojamiento del motor en el dinamómetro antes de hacer una evaluación de potencia.

Dichas tablas son traducidas para las diferentes motorizaciones tomando en consideración sus especificaciones de diseño del motor.

Tabla de aflojamiento y medición de potencia para motores de VWM

PROGRAMA DE AFLOJAMIENTO DE 5 HRS.

1 CICLO		2.0 LTS 85 KW		1.9 lts. TDI 66 Kw	
TIEMPO MIN.	RPM'S	MOM. NM	RPM'S	MOM. NM	
10	RALENTY	0	RALENTY	0	
20	2600	50	1875	63	
30	4160	83	3000	103	
30	4160	116	3000	147	
30	5200	116	3750	147	
30	5200	CARGA PLENA	3750	CARGA PLENA	
10	RALENTY	0	RALENTY	0	
30	5200	CARGA PLENA	3750	CARGA PLENA	
10	5985	10	855	10	
10	5200	CARGA PLENA	3750	CARGA PLENA	
30	3800	165	1900	CARGA PLENA	
10	RALENTY	0	RALENTY	0	
30	5200	CARGA PLENA	3750	CARGA PLENA	

RECORRIDO DE PLENA CARGA

R. P. M	1.8 LT	2 LT	DIESEL 1.9 LT	TIPO 1	1.8 TURBO
	1000	1000	900	1000	1000
1200	1200	1000	1200	1200	1200
1400	1400	1200	1400	1400	1400
1600	1600	1400	1600	1600	1600
1800	1800	1600	1800	1800	1800
2000	2000	1800	2000	2000	2000
2200	2200	1900	2200	2200	2200
2400	2400	2000	2400	2400	2400
2500	2500	2200	2500	2500	2500
2600	2600	2400	2600	2600	2600
2800	3000	2600	3000	2800	2800
3000	3200	2800	3200	3000	3000
3200	3400	3000	3400	3200	3200
3400	3600	3200	3600	3400	3400
3600	3800	3400	3800	3600	3600
3800	4000	3600	4000	3800	3800
4000	4200	3750	4200	4000	4000
4200	4400	3800	4400	4200	4200
4400	4600	4000	4600	4400	4400
4600	4800	4200		4600	4600
4800	5000				4800
5000	5200				5000
5200	5400				5200
5400	5600				5400
5500	5800				5500
5600					5600
5800					5800
					6000
					6200

RECORRIDO DE AUDITORÍA 5 HRS

3 CICLOS		
R.P.M	%CARGA	TIEMPO (min)
2000	30	10
3000	65	25
4000	90	30
4000	100	35

Internationaler Konzern-Ringvergleich Produktaudit Motor
(Internacional Consorcio-Circulo de comparación de Auditoria de Producto Motor)

Para LISTA DE DISTRIBUCIÓN	Memorándum No.
De K-QS-6 Aseguramiento de calidad del Consorcio para Agregados	Su Fax. Nuestro Fax. 3 52 64

Su referencia	Su comunicado del	Nuestras referencias 1954/0-ts-gl	Nuestro teléfono 3 55 70	Fecha 2002-12-11	Hoja 1
---------------	-------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---------------------	-----------

Comparativo internacional entre las empresas del consorcio
(Ringvergleich) auditoría motor, Wolfsburg, del 5 al 7 de
noviembre del 2002

Protocolo

La secuencia operativa y el contenido del comparativo entre las empresas:

En la introducción al comparativo, el señor Tschorn hizo referencia al significado de la auditoría de producto para el monitoreo de la planta. El monitoreo de la planta se convertirá en una contribución esencial para la nueva estrategia de calidad de excelencia Volkswagen con la meta de implementar procesos robustos en la áreas productivas.

La meta del comparativo entre empresas era asegurar formas de proceder y escalas de evaluación homologadas en la auditoría de motores del consorcio.

Como participantes estuvieron presentes los responsables de auditoría de producto y auditores de producto de las plantas constructoras de motores del consorcio Volkswagen

El comparativo entre empresas del consorcio comprendió los siguientes puntos de la orden del día:

- La presentación del lineamiento de consorcio y el análisis de la secuencia operativa de la auditoría de producto motor
- Presentación de la liga mundial en el nuevo Layout con la evaluación modificada para fallas tipo C
- Discusión y actualización de los auxiliares de decisión existentes para la auditoría de producto motor
- Presentación de un procedimiento de medición para evaluar los daños en las superficies herméticas como complemento a la norma de prueba auditoría de motor
- Presentación de los resultados provenientes de las corridas en bancos de prueba en las plantas Győr/ Polkowice para detectar fallas eléctricas
- Presentación de la nueva tecnología de bancos de prueba y visita del nuevo campo de pruebas de motor en el desarrollo técnico de Wolfsburg
- Presentación de la lista de verificación homologada para auditoría de producto
- Presentación de la aplicación de Intranet "El catálogo de imágenes de fallas referentes a la auditoría de producto"

En el apartado número 7 del Ringvergleich se define la forma de evaluación de potencia y par motor y los parámetros a medir en la evaluación :

Mediciones de potencia (Apartado 7)

Según EWG 80/1269 en bancos de prueba para motores (estado al 02.12.96)

I.-Las normas:

La norma vigente para el registro y la autorización de tipo de construcción y medición de potencia en bancos de prueba para motores es:

Diario oficial de la Comunidad Europea No. 80/1269 con las modificaciones hasta No. 89/491/EWG del 17.07.1989

Otras normas (en gran parte iguales a la prescripción EWG) son:

ISO 1585, 3ª edición del 01.11.92

(Diferencias en el cálculo de la tasa de presión del compresor en motores turbo)JIS D1001 (Japón, 10/82), SAE J 1349 (EUA, 5/85)

Norma no vigente:

DIN 70 020 del 11/76

II.- La determinación de la potencia:

Según el lineamiento EWG, la potencia se determina de la siguiente manera:

$$P_0 = \text{alfa} * P$$

P₀ = la potencia corregida (es decir, la potencia bajo condiciones atmosféricas de referencia)

alfa = Factor de corrección (Ver Pag.108)

P = la potencia medida (potencia de prueba)

[$P = M_d * w = M_d * (2 * \eta * n)$].

Las condiciones atmosféricas de referencia son:

Temperatura (T₀) = 298 °K (25 °C)

Presión (seca) (P_{so}) = 990 hPa, y/ó 1000 hPa con una presión de vapor de agua de 10 hPa.

III.- Mediciones de presión relativa y absoluta

La menor incertidumbre de medición se alcanza utilizando medidores de presión absoluta.

Los parámetros con los nombres de normas: LFTDR, LADINDR, LADEDR, LADEDRNK y SAUGDR por lo tanto entran al cálculo de potencia de los sistemas MOTOR y VENUS siempre como parámetros de presión absoluta.

Sin embargo, en el caso de que sí se utilicen medidores de presión relativa para estas variables, se modifica el nombre de la norma añadiendo una "R" extra (LADINDRR, LADEDRR, LADDRNKR y SAUGDRR). En el programa se añade entonces el valor de la presión barométrica LFTDR a los valores de dicha variable. Cabe observar que las presiones bajas (presiones relativas) respecto al entorno deben calibrarse con símbolo negativo y presiones excedentes (sin símbolo ó con símbolo positivo).

En caso de mencionarse ambos valores se elige la presión absoluta y se desecha el valor de la presión relativa.

IV.- Parámetros importantes de medición.

Parámetro	Nombre EWG	Unidad a: absoluta; relativa	Nombre de la norma VENUS/MOTOR: absoluta	Nombre de la norma VENUS/MOTOR: relativa	Unidad	Punto de medición	Lugar de medición
Presión barométrica	Pbarométrica	hPa(a)	LFTDR	LFTDR	hPa	Sala de medición	libre
Presión en la tubería de admisión (= admisión del compresor)	Padmón	kPa(a)	LADINDR(r)	LADINDR(a)	kPa	Tracto de admisión, antes del turbocargador y posterior a los embudos de admisión, filtros de aire, amortiguadores de sonido o componentes similares en la medida en que existan	aprox. 3 x diámtubo de adm. antes del turbocargador y después del último componente (ver lizq.)
Presión en la tubería de salida (- admisión LLK)	Psal-comp	kPa(a)	LADEDR (r)	LADEDR(a)	kPa	después del turbocargador y antes del intercambiador de calor	aprox. 3 x diámtubo adm. después del turbocargador
Presión de salida del radiador de aire de admisión (salida LLK) = presión de admisión al motor Diesel	PWtsal	kPa(a)	LADEDRNK(r)	LADEDRNK(a)	kPa	después del intercambiador de calor	aprox. 3 x diámtubo adm. después del turbocargador y radiador del aire de admisión
Presión de admisión al motor (= salida LLK - Diesel / tubo de admisión Motor a gasolina)	Padm-motor	kPa(a)	SAUGDR (r)	SAUGDR(a)	kPa	admisión al motor, después de la válvula mariposa (motores a gasolina) e intercambiador de calor	antes del ventilador de admisión (en el recipiente de compensación, antes del dispositivo de desviación del tubo de admisión) y después del último componente (ver lizq.)
Contrapresión de emisión	Pemisión	kPa(a)	ABGASGDA(r)	ABGASGDA(a)	kPa	codo del escape, después del turbocargador, antes del catalizador	aprox. 3 x diámtubo salida antes de la brida al equipo de emisión
Temperatura del aire de admisión (aire de combustión, ambiente, también temperatura ambiental)	Tadm	°C	RAUMTEMP	RAUMTEMP	°C	En el flujo de aire hacia el primer componente del tracto de admisión al motor (embudo, filtro de aire, o similar)	aprox. 15 cm antes de la admisión de aire como embudos de admisión, filtros de aire ó similares; observar protección antiradiación!
Temperatura del aire de admisión (después del compresor)	TWteadm	°C	LADETEMP	LADETEMP	°C	después del turbocargador, antes del intercambiador de calor	aprox. 3 x diámtubo adm. después del turbocargador
Temperatura del aire de entrada (salida LLK - Diesel / tubo de admisión motor a gasolina)	TWtsal	°C	SAUGRTEM	SAUGRTEM	°C	admisión al motor, después de la válvula mariposa (motores a gasolina), turbocargador e intercambiador de calor	antes del ventilador de admisión (en el recipiente de compensación, antes del dispositivo de desviación del tubo de admisión, retirado del circuito de retorno de gas de escape) y después del último componente (ver lizq.)
Temperatura del agua de enfriamiento (termostato bloqueado en abierto, temperatura de ajuste aprox. 353 K +/- 3K)	Tagua	°C	WAUSTEMP	WAUSTEMP	°C	salida del motor	aprox. 3 x diám.tubo de agua de enfriamiento después del monobloque /cabeza de cilindro en dirección al intercambiador en la corriente de agua de enfriamiento
Temperatura del combustible 1) (temperatura de ajuste aprox. motor a gasolina: 298 K +/- 5K; Diesel mínimo 303 K (según especificación) sino 313 +/- 3K)	Tcomb	°C	TKRSTMES	TKRSTMES	°C	medición en el dispositivo medidor de consumo, la temperatura de ajuste rige en la entrada de la bomba para motor a gasolina y Diesel	aprox. 10 x diám. tubo de combustible después del dispositivo de medición de consumo. Templado permitido.
Temperatura del aceite	Taceite	°C	OELTEMP	OELTEMP	°C	Cárter ó salida radiador del aceite	aprox 25 mm en el aceite de la parte inferior ó superior, inmerso en el aceite del cárter ó 10 x diám. tubo aceite después del radiador de aceite
Funciones de agregados auxiliares	p	kW	-	-	-	Datos de medición provenientes de mediciones para cada agregado	
Flujo de combustible	b	g/s	KRSTDS2)	KRSTDS2)	kg/h	en la corriente de admisión	

Formelberechnung in PUMA / CONCERTO (Formulas de cálculo en Puma/Concerto)

Esta información es una recopilación de fórmulas y algoritmos usados respectivamente para el correcto cálculo de valores que interviene en monitoreo de funcionamiento del motor de combustión interna en una prueba dinámica; también en el cálculo del factor de corrección para la evaluación de Par motor y Potencia a diferentes niveles de altura de un MCI. Esta información es generada por el Desarrollo Técnico de Audi para todo el mundo.

Factor de corrección de altura conforme ewg/ece

El 24. de marzo de 1988, la comisión de la Unión Europea modificó el reglamento 80/1269/EWG con el reglamento 88/195/EWG. Con esto los reglamentos legales de los estados socios se adaptan al avance técnico mediante la potencia del motor de los vehículos motorizados.

Esto significa, que el factor de corrección de potencia EWGFAK en el programa MOTOR se debe adaptar al nuevo reglamento.

Tenemos los siguientes hechos técnicos:

Se debe ampliar el tipo de motor:

Hasta ahora: O = Otto
 D = Diesel
 T = Turbo (Diesel)

Ahora: O = Otto, todos, también los cargados
 D = Diesel, solo aspiradores
 GD = Diesel de carga mecánica, p. ej. cargadores G (G-Lader)
 TD = Diesel Turbo

El factor de corrección de potencia se calcula como sigue:

Factor atmosférico (Fa):

Para todos los tipos de motor se calcula un factor atmosférico.

$$Fa = (99/Ps) ** F1 * (T/298) ** F2$$

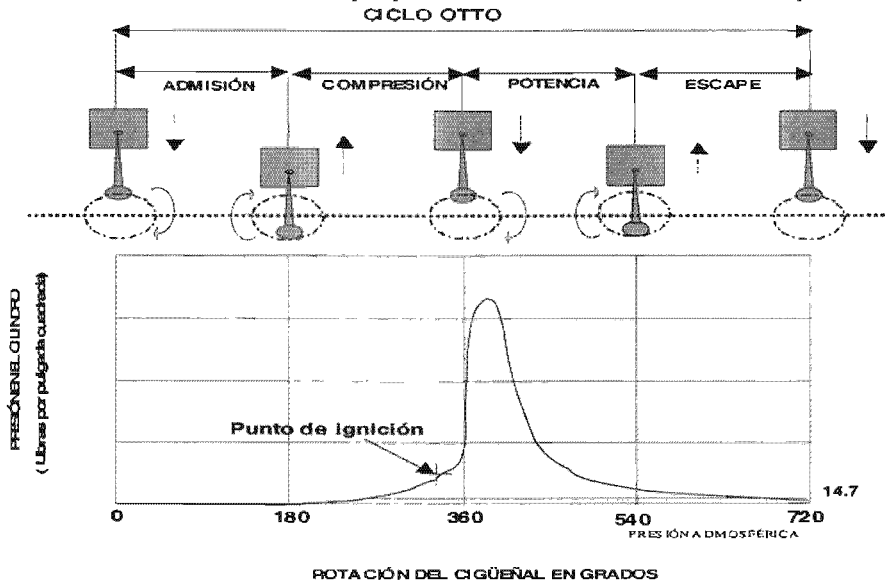
Ps = Presión atmosférica seca en kPa
(corresponde a LFTDR corregido a seco)

T = Temperatura absoluta en K, del aire aspirado por el motor
 (corresponde a $273 + \text{RAUMTEMP}$) Raumtemp = temperatura ambiental

Los factores F_1 y F_2 tienen los siguientes valores, dependiendo del tipo de motor:

Tipo de motor	F_1	F_2
O	1.2	0.6
D y GD	1.0	0.7
TD	0.7	1.5

Potencia de un motor es proporcional a la cantidad de aire aspirado.



Factores que intervienen para el rendimiento óptimo de potencia del motor:

- Presión barométrica.
- Humedad relativa.
- Temperatura del aire de admisión.

CONDICIONES IDEALES DE PRUEBA	CONDICIONES DE PRUEBA EN DINAMOMETROS
Presión barométrica de 990 mb	Presión barométrica de 787 mb
Temperatura del aire 25 °C	Temperatura del aire sin control

Factor de corrección de altura de Formelberechnung in PUMA/CONCERTO AUDI Apartado 8 Sección 2:3 define que la presión del aire de admisión debe ser de 800mb a 1100 mb. y la presión a nivel de Puebla es de 787 mb.

Por lo que la Formula de Formelberechnung in PUMA/CONCERTO AUDI para la corrección de la potencia **no** es aplicable para el nivel de Puebla.

Bajo esta problemática VWM esta trabajando con KQS para poder establecer un factor homologado que sea aplicable a la altura de México(Puebla).

El establecimiento del factor de corrección de potencia depende del objetivo de la prueba, si el objetivo es la determinación de la calidad de los motores que se tiene en una producción de serie, para eso es necesario hacer 2 pruebas con el mismo motor, una de ellas es evaluarlo a una presión barométrica de 990mb (Cámara de presión), y la otra al nivel de Puebla, con un aparato de mando de la serie sin cambios en la aplicación (ángulo de encendido); esta diferencia en los valores sirve como un valor de la corrección (como valor absoluto o por porcentaje). La misma tendencia se puede encontrar con la potencia absoluta en nivel de Puebla en comparación con la potencia por EWG medida con 990 mbar. La ventaja del uso del factor EWG en los dos casos es la corrección por temperatura y humedad independiente de la diferencia en la presión.

Los planteamientos para poder determinar el factor de potencia homologado esta sujeto a los objetivos de la evaluación de los MCI, los cuales son :

1.- En pruebas de duración:

El objetivo principal es la durabilidad del motor que depende de la revoluciones y carga del motor. La presión ambiental baja en Puebla causa presiones más bajas en el cilindro del motor y por eso menos fuerzas. Por eso no es ninguna opción corregir resultados (sirve o no sirve) obtenidos en nivel de Puebla con los obtenidos al nivel del mar.

2.- En general:

Hay que trabajar con mucho cuidado con factores de corrección y tener en cuenta la filosofía y los principios de la corrección. El motor funciona en condiciones diferentes de la norma en la misma manera. La única diferencia es la diferencia en par y potencia causada por la densidad del aire, en la práctica existen 2 problemas:

3.- Termodinamicamente:

El proceso debe funcionar igual, cambios en la presión ambiental pueden causar cambios, por ejemplo: en el ángulo de encendido con una influencia muy fuerte al proceso termodinámico, en este caso el uso de la fórmula está prohibido.

La misma situación existe en caso de la regulación y el control del turbo, depende de la presión ambiental se controla la masa de aire y con eso la presión en el múltiple de admisión. Por eso no se puede comparar valores corregidos por EWG de pruebas en nivel de Puebla con el nivel del mar.

4.-Mecánicamente:

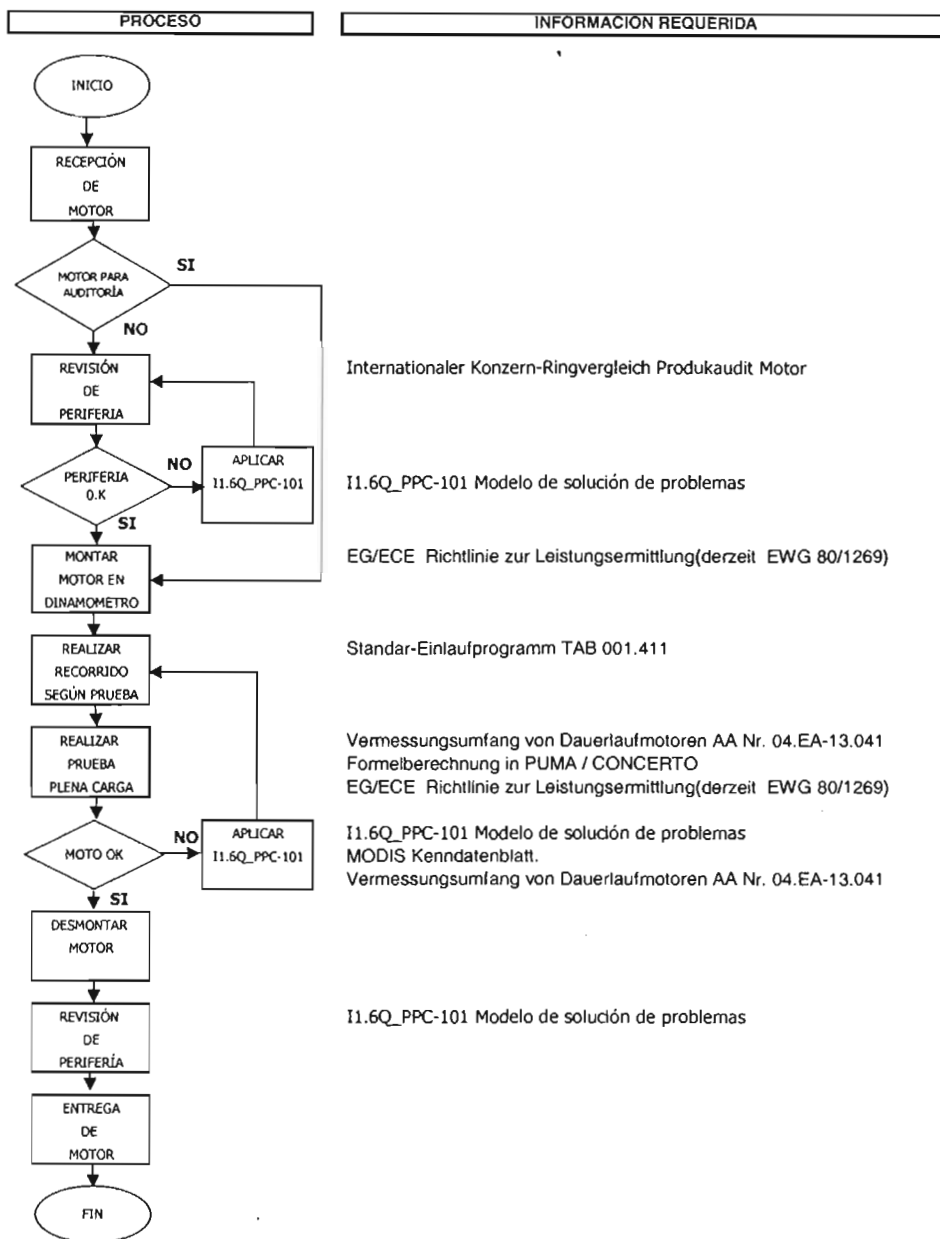
El par medido en el dinamómetro es la diferencia entre el par indicado (realizado en el cilindro) y las pérdidas mecánicas.

El trabajo en el cilindro, las pérdidas mecánicas por una parte dependen de la carga del motor (fricción en los rodamientos p-e.).

Por otra parte existen pérdidas constantes (movimiento del árbol de la leva, bomba de agua, bomba de aceite, etc).

De esto resulta que el par indicado baja en relación de la presión ambiental, tal vez por las condiciones de la fórmula EWG. Al mismo tiempo una parte de las pérdidas mecánicas se queda constante y por eso la diferencia del par efectivo no corresponde con la diferencia del par indicado.

3.3.3.- Diagrama de flujo para la evaluación de motores de combustión interna en el CPM.



3.3.4.- Equipo auxiliar para la evaluación de par motor y Potencia

Los componentes utilizados para la evaluación del producto dinámicamente deben de ser los establecidos por el consorcio para cada motorización.

Sistema eléctrico

Diagrama eléctrico del Pre-Cableado del motor
Unidad de control
Arnés de prueba motor (Con sistema de transponder)
Sistema de Aceleración (potenciómetro)

Sistema de gases de escape

Catalizador, pre-silenciador y silenciador
Sondas Lambda
Juntas y tuercas
Optimizar el sistema de escape, al sistema de extracción de gases

Sistema de aire de admisión

Diagrama del sistema de aire de admisión
Filtro de aire
Sistema de enfriamiento de aire de admisión (Inter-cooler, mangueras abrazaderas, sensor de presión y temperatura de aire para Motores Turbo)

Sistema de Enfriamiento Motor

Diagrama del Sistema Enfriamiento
Mangueras, abrazaderas, Etc.

Accesorios

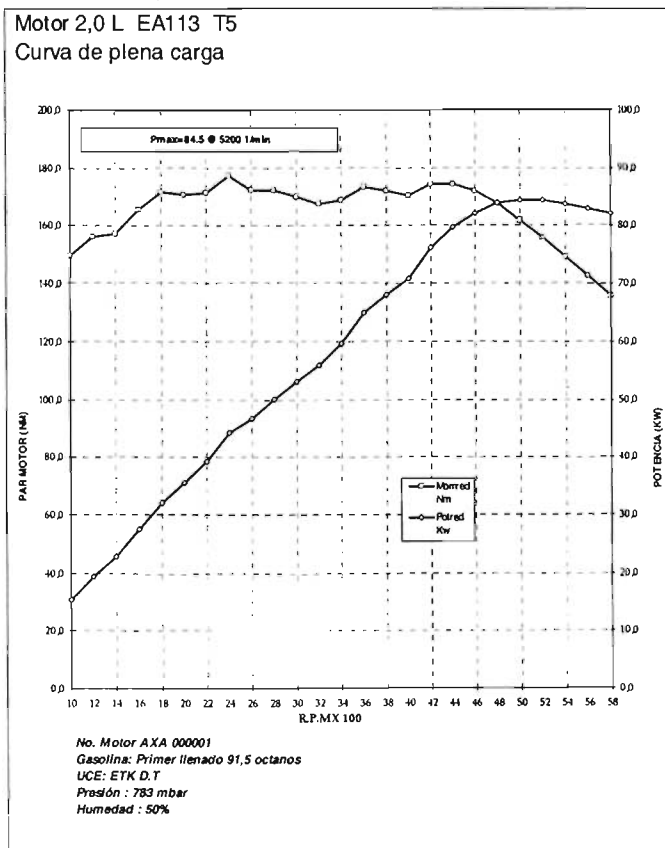
Racks adecuadas para tipo de motor
Ganchos adecuados para tipo de motor
Arañas adecuadas para tipo de motor

Dinamómetro

Adaptación de campana, flecha de arrastre según el tipo de motor.
Adaptación de conexiones de agua de enfriamiento según la necesidad del motor.
Soportes del motor en banco de prueba.

3.4.- Curva de Par motor y Potencia de un motor de VWM

Una curva indica las máximas posibilidades que tiene el motor de entregar potencia, para cada número de RPM, y en las condiciones en que ha sido ensayado. Si la curva indica que el motor entrega 110 kw a 5200 RPM, quiere decir que ese motor podrá entregar 110 kw y ni uno mas a ese régimen. Sin embargo si se decide cerrar parcialmente el acelerador, entregará 100 , 90 o 50 kw, pero ya no estaría en la condición de máxima apertura de mariposa, condición imprescindible para obtener la curva de máxima potencia del motor. La curva de máxima potencia significa que para cada N° de RPM el motor me podrá entregar como máximo lo que figura en dicha curva, y absolutamente nada más. Para poder superar esos valores de potencia sería necesario introducir modificaciones en el motor, con lo cual se necesitaría una nueva medición para establecer cuales son los valores máximos que alcanza el motor modificado.



Ejemplo de una gráfica típica de Par motor y Potencia de un motor 2.0l de VW



Conclusiones

Cuando vemos una revista de autos, siempre nos fijamos que tan potente son los motores de los autos que nos agradan, y en esas revistas siempre traen graficado la curva de par motor y potencia, esto es con el objetivo de poder captar la atención del lector, aún cuando hay quienes les interesa que tan potente es un motor, no comprende en muchas ocasiones lo que significa.

El presente trabajo trata hacer comprender de una forma descriptiva la obtención de un mejor rendimiento de un motor de combustión interna, y así poder interpretar las gráficas que se publican en las revistas.

Por otra parte una empresa automotriz está obligada a publicar las especificaciones de los productos que vende, en este caso VWM esta obligado a publicar las curvas de especificación técnica de los motores que traen los autos que vende. El Centro de Prueba Motores de VMW es el que certifica diariamente que éstas especificaciones se cumplan totalmente. También existe la aportación de mejora hacia el producto; y esto es mediante el análisis detallado de desviaciones del proceso de fabricación evaluándolos dinámicamente y determinando su comportamiento funcionando y así visualizar los riesgos potenciales de reclamaciones de clientes.

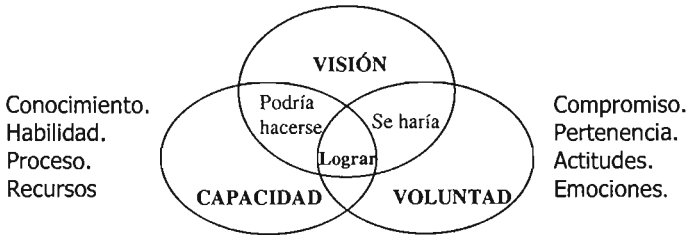
Como parte de la mejora continua de cualquier proceso hago un planteamiento de mejora que puede ayudar a optimizar más el sistema, método y proceso de evaluación de motores de combustión interna.

Propuesta de Mejora.

La organización de VWM alcanza los objetivos a través del personal, y el personal alcanza sus objetivos a través de tres componentes del desempeño:

1.- VISIÓN 2.- CAPACIDAD 3.- VOLUNTAD

¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Quién?, ¿Dónde?, ¿Porqué?



La interrelación de estos tres factores es la parte medular del éxito de cualquier empresa, es necesario que esta interrelación se lleve de una forma más eficaz en

el CPM de VWM, para poder mantenerse en el ámbito competitivo del consorcio VW.

Un punto fundamental para el logro del objetivo son los colaboradores, por lo cual es necesario establecer estrategias planeadas de desarrollo y de sustitución de personal de una forma que el colaborador se comprometa a su cumplimiento y así mismo se pueda adaptar óptimamente a los nuevos requerimientos.

En el CPM de VWM es necesario que los medios de equipo de inspección, medición y prueba sean sujetos a revisiones periódicas más frecuentes, de sistemas normativos y monitorear así el grado de cumplimiento de los estándares de Prueba del Consorcio de Volkswagen.

Por ultimo, en la actualidad los compradores de un bien o servicio son cada vez más exigentes con la calidad del producto y/o servicio que adquieren, por lo cual es necesario establecer sistemas de evaluación claves dentro del proceso de liberación de un nuevo producto y así saber con anticipación cual es la calidad que guarda el producto antes de que llegue al cliente, y así tener un máximo beneficio económico.

El CPM es y seguirá siendo un representante del cliente y el gestor del cumplimiento de los estándares de calidad del producto dentro de VWM.

Glosario

1/min	Revoluciones por minuto.
APP	Auditoría de Producto en Proceso.
Bremse	Frenar.
c.c	Corriente Continua.
Can Bus	Control de área vía red.
Carga Plena	Admisión de aire 100%
CO	Monóxido de Carbono.
CPM	Centro de Prueba Motores.
Daeur	Duración
Drehmoment	Momento.
Drehzhal	Revoluciones.
EEPROM	Unidad de memoria.
EWG	Sistema normativo de la comunidad europea.
GC	Gestión de Calidad.
H2O	Agua.
HC	Hidrocarburo.
KQS	Aseguramiento de Calidad del Consorcio de VW.
KW	Cigüeñal.
Kw	Kilowatt.
Last	Fuerza.
Leistung	Potencia
LLK	Sistema de enfriamiento de aire
MCI	Motor de Combustión Interna.
Md	Momento medido
MNA2	Momento posterior después de un trabajo.
Modis	Sistema de Información de motores Otto y Diesel.
Motortyp	Tipo de Motor.
N	Newton.
NK	Árbol de levas.
NoX	Óxidos Nítricos.
Nr.	Número.
P	Presión.
Pleuel	Biela.
PV'S	Catálogos de aceptación de falla.
Q	Calidad.
Qabs	Calor Absorbido.
Qced	Calor Cedido.
QS-PPA	Aseguramiento de calidad Planta Producción Automóviles.
QS-PPC	Aseguramiento de calidad Planta Producción Componentes.

Ralenty	Revoluciones en vacío.
RM	½ Motor.
rpm	Revoluciones por minuto.
TPB	Descripción técnica del Producto.
V	Volumen.
Volkswagen	Auto del Pueblo.
VW	Consortio de Volkswagen.
VWM	Volkswagen de México.
W	Velocidad Angular.
Weltliga	Liga Mundial de Motores de VW.
ZK	Cabeza de Cilindro(Culata).
ZKG	Monoblock.
ZP4	Punto de liberación del Motor.
ZP7	Punto de evaluación de auto.
ZP8	Punto de liberación de auto.
Zyl.	Cilindro.
SAE	Normativa de la comunidad Europea
TÜV	Organismo Certificador
TDI	Turbo Diesel Inyección
Heater Core	Centro del calentador
Throttlet Valve Control Module	Válvula Mando Módulo
Expansion Tank	Tanque de la expansión
Coolant Pumpe	Bomba de enfriamiento
Heater Exchanger	Permutador del calentador
EGR Cooler	Refrigerador de EGR
Thermostat Termostato	
Heat Exchanger (engine oil cooler)	Caliente Permutador (refrigerador de aceite de artefacto)
Radiator	Radiador
Turbocharger	Turbo cargador
Camshaft	Apoyos
Hydraulic Valve Lifters	Dosificadores de aciete
Piston Spray Nozzles	Boquillas de Rocío de pistón
Oil Pressure Control Valve	Presione Válvula de Alivio
Pressure Relief Valve	Levantadores de la Válvula hidráulicos
Oil Pumpe	Bomba de aceite
Short-circuit Valve	Válvula del corto-circuito
Oil return Cut-off Valve	Retorno de aceite Corte-fuera de la Válvula
Oil Pressure Switch	Interruptor de Presión de aceite
Oil Filter	Filtro de aceite
Oil Cooler	Refrigerador de aceite

Bibliografía

- 1.- Gestión de la Calidad en la industria del Automóvil VDA 6 Parte1, Parte 3
- 2.- R. Dziggel, Dr.I. Sllmak, K-QS-6 y K-QS 61 Konzern-Qualitätssicherung Aggregate" Prüfstandard Serienleistungsmessung" ,Versión 1.1.,17 Agosto 2001
- 3.- Julian Guitron Fuentevilla "Tesis" 1er Edición, 1991 promociones Jurídicas y Culturales, S,C.
- 4.- Pedro Olea Franco "Manual de técnicas de investigación documental", 19 edición, editorial Esfinge.
- 5.- Fernando Rodríguez "Análisis y solución de problemas" Instituto para la Formación y Desarrollo Volkswagen.S.C " Junio 2002.
- 6.- "Toma de decisiones" Instituto para la Formación y Desarrollo Volkswagen. S.C.
- 7.- "Bienvenido al consorcio" Instituto para la Formación y Desarrollo Volkswagen.S.C.
- 8.- "Sistema directivo" Instituto para la Formación y Desarrollo Volkswagen.S.C.
- 9.- Dr. Baltasar Vila Jovés "Manual de la técnica del Automóvil" editorial REVERTE,S.A.1990 2DA. Edición.
- 10.- J. Rehn "Formelberechnung in Puma / Concerto", Audi 11.03.96 I/EA-51 Reduzierfaktoren.
- 11.- K-QS-6 Konzern-Qualitätssicherung Aggregate"Internationaler Konzern-Ringvergleich produkaudit Motor" Wolfsburg 12 November 2002 .
- 12.- K-QS-6 Konzern-Qualitätssicherung Aggregate "Ablaufanalyse zum Produkaudit Motor" Version 1.1 , 22 Agosto 2002.
- 13.- Prüfstandar Serienleistungsmessung ,Versión 1.1 Elaborado por el Sr. L.Fredersdorff de K-QS-61.
- 14.- Vermessungsumfang von Dauerlaufmotoren AA Nr. 04.EA-13.041 Audi- Dr. Lachner I/EA-13

15.- Fundamentos de Mecánica automotriz, de Frederick C.Nash, Editorial Diana México, Mayo 1997.

16.- Termodinámica de Virgil Moring Faires, Editorial Hispano-americana S.A de C.V., 2da Edición en español 1982.

17.- Manual de la Técnica del Automóvil de Bosch, Editorial Reverté, S.A. 3ra Edición.

Páginas de internet

1.www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/autos-y-polucion/introduccion.htm

2. www.geocities.com/mecanicoweb/kt1.htm

3. www.terra.com.mx/Automovil/articulo/042262/pagina2.htm

4.www.vw.com.mx/CWE/volkswagen/Historia/HIS004HistoriaMod/0,1851,year%253DSedan%2526seccion%253D09020402,00.html

5.www.3ermilenium.com.ar/NOVEDAD3.htm

6.www.cec.uchile.cl/~roroman/cap_10/mot-anim.htm

7.- autotecnicatv.com.ar