

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**ANÁLISIS COMPARATIVO TEÓRICO DE TORQUE Y POTENCIA ENTRE  
VEHÍCULOS A CARBURACIÓN E INYECCIÓN**

Reyes Aguilera Ayrton Efren

Galán Granda Jose David

**Director: Ing. Miguel Granja P.**

**Quito, 2021**

## **CERTIFICACIÓN**

Nosotros Ayrton Reyes y José David Galán, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado en ningún grado y la bibliografía detallada ha sido consultada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que pueda ser publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Ayrton Reyes

José David Galán

Yo, Miguel Granja certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como su contenido.

---

Ing. Miguel Granja  
Director del Proyecto de Grado

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mi madre y a la memoria de mi padre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado convertirme en lo que soy. A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me han brindaron a lo largo de esta etapa de la vida. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y experiencias únicas.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero a Dios por darme las oportunidades y facultades para escalar profesionalmente, luego a mis padres que siempre me apoyaron para cumplir mis sueños enseñándome en mi vida en cada decisión y proyecto a trabajar por ellos y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla. También a la universidad gracias por permitirme formar en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para revisar una mirada a mi proyecto de tesis; a ellos asimismo les agradezco con todo mi ser.

**José David Galán Granda**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por ser el pilar fundamental en mi vida y guiarme durante todo el camino de mi carrera. Estoy seguro de que sin él no lo podría haber logrado.

A mis padres quien han sido mi apoyo y mi ejemplo para nunca darme por vencido. Porque estoy convencido que este no es solo un logro para mí.

Santiago y Martin (mis hermanos) que por quien busco cada día ser mejor personal y profesionalmente, por último, no menos importante a mis abuelos y mi hermano mayor Byron y su familia quienes siempre han estado pendientes de cada paso que he dado en el transcurso de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Me gustaría dar las gracias a todos mis compañeros que me acompañaron en todo este proceso y a todos mis profesores quien en cada clase nos repartieron su conocimiento, experiencia y pasión por esta carrera maravillosa.

Gracias Ing. Miguel Granja por esa amistad y confianza desde el primer semestre que sabía que podía contar para cualquier circunstancia con su apoyo y pues como no escogerlo para que sea nuestro tutor y pueda guiarme para ahora terminar este ciclo de mi vida.

Cada uno de ustedes hizo que en esta etapa pudiera crecer como hijo, hermano, nieto, amigo.

Sin duda esto es solo el principio de muchas metas más por cumplirse.

**Ayrton Reyes Aguilera**

## INDICE

Resumen.....	6
INTRODUCCIÓN.....	8
MARCO TEORICO.....	9
Sistema de carburador.....	9
SISTEMA DE INYECCIÓN.....	10
INYECCIÓN MONOPUNTO:.....	10
INYECCIÓN MULTIPUNTO:.....	11
TORQUE DEL MOTOR.....	12
POTENCIA.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
ANALISIS DE ESULTADOS.....	14
Fichas técnicas.....	14
Cilindrada.....	15
Velocidad máxima.....	15
Potencia Máxima y par Máximo.....	15
Diseño Técnico.....	16
Aceleración 0-100 Km/h.....	16
Conclusiones.....	16
Referencias.....	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
7. ANEXOS.....	19
MARCO TEORICO.....	19
Torque o Momento de una fuerza.....	19
POTENCIA.....	21
POTENCIA INDICADA.....	24
POTENCIA EFECTIVA.....	27
POTENCIA ABSORBIDA.....	30
OTRAS CLASES DE POTENCIA.....	31
Potencia fiscal.....	32
Potencia másica.....	32
Potencia volumétrica o potencia específica.....	33
Filtro de aire:.....	34
Tipos de filtros de aire:.....	34
Válvula de descarga del filtro:.....	35
Características del turbo:.....	36

<b>Válvula de desahogo:</b> .....	40
Múltiple de admisión: .....	42
Sistemas de inyección y de admisión en un vehículo .....	45
Principio de funcionamiento .....	48
1. Ubicación de los inyectores.....	53
Inyección continua .....	55
Sistema LE-Jetronic .....	66
Sistema Motronic .....	67

## **ANÁLISIS COMPARATIVO TEÓRICO DE TORQUE Y POTENCIA ENTRE VEHÍCULOS A CARBURACIÓN E INYECCIÓN**

AYRTON – JOSE

### **Resumen**

En el presente artículo se desarrolla un estudio comparativo entre tres vehículos, uno con sistema de alimentación a carburador, a inyección mono punto e inyección multipunto, para brindar una ayuda al momento de elegir un vehículo o alguna modificación para un mejor desarrollo de potencia y torque.

Se habla de los tres tipos de alimentación, el carburador es el encargado de ejecutar la mezcla de aire-combustible en el motor, la inyección mono punto que es la encargada de distribuir el combustible por medio de un solo inyector llenando los cilindros con pequeñas perdidas y la inyección multipunto que contiene un inyector por cada cilindro distribuyendo la cantidad exacta de combustible en estas dos últimas una mejor atomización del combustible.

Los materiales para utilizar son las fichas técnicas de los vehículos Chevrolet vitara clásico en sus diferentes versiones de sus sistemas de alimentación de combustible, con un método de análisis comparativo entre estos tres.

Se puede determinar que los vehículos con inyección multipunto obtiene una mejor respuesta de torque y potencia, además que este es el que más aprovecha el combustible.

Se llega a la conclusión de que el vitara con el sistema multipunto tiene un mejor rendimiento en torque y potencia, debido a la inyección del combustible entregada hacia cada cilindro siendo más calibrada al ahorro de este y ayuda a que la energía química producida por la combustión de la mezcla sea más eficiente para el aporte a la

transformación de la energía mecánica de la fuerza de empuje sobre los pistones hacia el cigüeñal.

**Palabras Claves:** Carburador – Inyección – Monopunto – Multipunto – Torque – Potencia – Energía.

### **Abstract**

This article develops a comparative study between three vehicles, one with carburetor feeding system, single point injection and multipoint injection, to provide an aid when choosing a vehicle or some modification for a better development of power and torque.

We talk about the three types of feeding, the carburetor that is the one in charge of making the mixture of air and fuel in the engine, the mono-point injection that is the one in charge of distributing the fuel by means of a single injector filling the cylinders with small losses and the multipoint injection that contains an injector by each cylinder distributing the exact amount of fuel in these two last ones a better atomization of the fuel.

The materials to be used are the data sheets of the classic Chevrolet vitara vehicles in their different versions of their fuel systems, with a method of comparative analysis between these three.

It can be determined that vehicles with multipoint injection obtain a better torque and power response, and that this is the one that makes the most use of the fuel.

It is concluded that the vitara with the multipoint system has a better performance in torque and power, due to the injection of the fuel delivered to each cylinder being more calibrated to the saving of this one and helps the chemical energy produced by the combustion of the mixture to be more efficient for the contribution to the transformation of the mechanical energy of the thrust force on the pistons towards the crankshaft.

**Keywords:** Carburetor - Injection - Single point - Multi point - Torque - Power - Energy.

## INTRODUCCIÓN

Muchas veces las personas no tienen una buena noción acerca del funcionamiento de los motores de los vehículos, y al momento de adquirir uno no toman en cuenta los aspectos más importantes, uno de estos es el sistema de alimentación de combustible, en donde podemos encontrar una parte fundamental, que es la preparación de “la mezcla del combustible, estas pueden ser mediante inyección o a carburación, son los encargados de producir la mezcla aire-combustible para que funcione el motor” (Inyección de Combustible, 2011).

La carburación y la inyección cumplen la misma función que es la de atomizar o pulverizar el combustible para que éste ingrese al cilindro, esta investigación se realizó con el fin de brindar una ayuda a las personas que no conocen acerca de estos temas que son tan importantes para el funcionamiento de un vehículo, porque no siempre se tiene conciencia de estos temas netamente técnicos de los vehículos, las personas se dejan llevar por aspectos como: diseño de la carrocería, equipamiento del vehículo,

pero el funcionamiento de este es mucho más importante.

La carburación consiste en realizar la mezcla aire-combustible para enviarla al cilindro pulverizada y esta pueda provocar la combustión dentro de los cilindros con la ayuda de la chispa de la bujía, estos sistemas se han visto reemplazados, hoy en día ya no se emplean excepto en aplicaciones específicas. Debido a todo el avance de la tecnología, y las nuevas normativas que se agregaron, principalmente la de las emisiones contaminantes donde surgió el novedoso sistema de inyección a gasolina, además de esto, el sistema de inyección aparece por la necesidad de tener motores más ligeros y potentes, que tengan un menor consumo de combustible y brinden mejores prestaciones.

En un inicio los sistemas de inyección eran netamente mecánicos, hoy en día se ha implementado la electrónica y se pueden tener los sistemas de inyección electrónica en algunos vehículos. Estos sistemas permiten una dosificación del



combustible dependiendo de las necesidades del motor para que este aproveche todo el combustible pulverizado.

El sistema de inyección tiene varias ventajas con respecto al sistema de carburación, tales como menor consumo de combustible, mejor arranque en frío y fase de calentamiento, menor contaminación, y en especial tiene una mejora en la potencia del motor, este aprovecha de mejor manera el combustible.

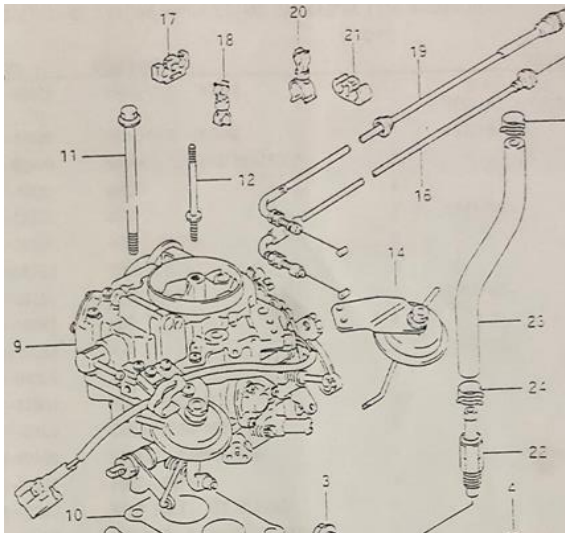
Con estos antecedentes, el objetivo de este artículo es comparar estas tres versiones del vehículo seleccionado, analizar si fue verdaderamente necesario e importante la detención de la producción de los vehículos a carburador para la implementación de lleno el sistema de inyección, además si es factible, tomando en cuenta el desenvolvimiento del vehículo en sus distintas versiones, seguir implementando mejoras a la inyección o si tal vez sea mejor implementar nuevas tecnologías a los carburadores para que estos permitan un mejor desarrollo que los sistemas de inyección.

## **MARCO TEORICO**

### **Sistema de carburador**

El carburador es el componente mecánico encargado para realizar la mezcla de gasolina y aire en el motor, no es exacto a la hora de inyectar el combustible este sistema y por este mismo hecho este sistema contamina mucho más al ambiente. En el carburador, el combustible se mezcla con el aire que se dirige directo hacia la admisión por causa de la depresión creada por la aspiración del aire. Para ello se necesita de una bomba de combustible para transportar la gasolina que se sitúa en el depósito hasta el carburador.

El principio de funcionamiento del carburador es por “efecto Venturi”, que consiste en que una corriente de aire que circula por un conducto provocando una depresión o vacío” (Melchor, 2012), el cual, se utiliza para la aspiración de la gasolina al pasar el aire a través de un estrechamiento. La gasolina se mezcla con el aire, de forma que se pulveriza, es decir, la gasolina en fase líquida se esparce en forma de partículas muy tenues o de poco espesor, parecido a un aerosol. (meganeboy., 2014)



**Figura 1:** Partes del carburador

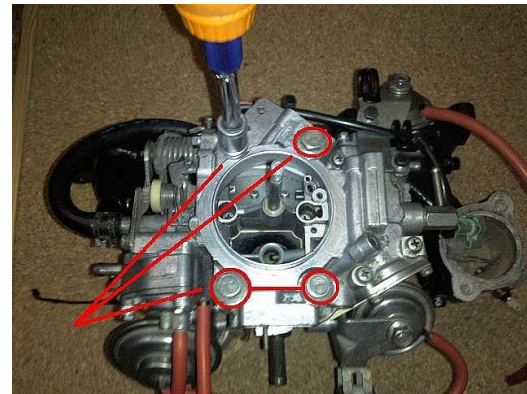
**Fuente:** Catálogos partes de Repuestos VITARA (1999-2004)

FIG. 19 (1-C-7) CARBURATOR (ZDR)

REF. NO.	PART NO.	DESCRIPTION	Q-TY	REMARKS
	13200-10A03	CARBURETOR ASSY	1	
1	13259-10A00	.JET, PILOT (#51.3)	1	
2	09491-14007	.JET, MAIN (#170)	1	
3	13258-10A00	.JET, MAIN (#98.8)	1	
4	13250-14010	.FLOAT SET	1	
5	13370-12A10	.VALVE SET, NEEDLE	1	
6	13260-10A00	.SOLENOID ASSY	1	
7	13270-12A10	.SCREW SET, PILOT	1	
8	13248-14010	.BUSH SET	1	
9	13245-10A10	.VALVE SET, CHECK	1	
10	02112-14703	.SCREW	4	
11	13320-12310	.VALVE SET, POWER	1	
12	13481-10A00	.COVER ASSY	1	
13	02112-14103	.SCREW	3	
14	09492-10020	.JET, MAIN AIR (#50)	1	
15	09492-10020	.JET, PILOT (#100)	1	
16	09355-15754-600	.HOSE	1	L:600-70
17	18480-19110	.JET	1	
18	09355-15754-600	.HOSE	1	L:600-40
19	09355-15754-600	.HOSE	1	L:600-80
20	13130-10A00	.DEPRESSION ASSY	1	
21	13672-15A00	.CLIP, SPRING	1	
22	13131-10A00	.WASHER	1	
23	02112-15103	.SCREW	3	
24	13601-14110	.ADJUSTER SET	1	
25	13601-10A10	.SCREW SET	1	
26	13142-10A00	.DEPRESSION ASSY	1	
27	02112-15103	.SCREW	2	
28	13275-10A10	.SCREW SET	1	

**Figura 2:** Partes del carburador

**Fuente:** Catálogos partes de Repuestos VITARA (1999-2004)



**Figura 3:** Carburador Vitara

**Fuente:** (Autorex, 2019)

## SISTEMA DE INYECCIÓN

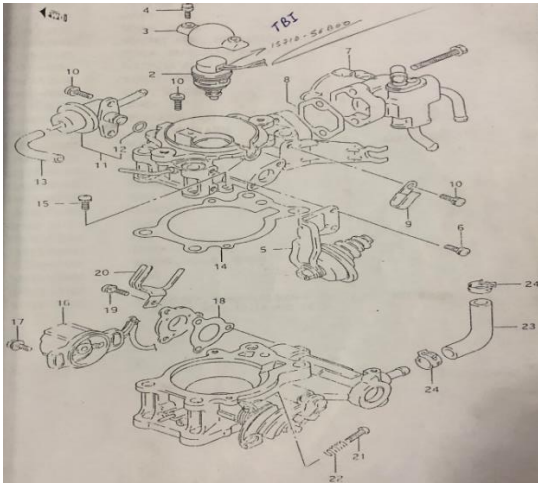
La inyección tiene como objetivo distribuir a cada cilindro el combustible con una dosificación exacta por lo que estos constan de inyectores como puede ser uno o dependiendo el número de cilindros. Estos se suelen dividir en:

### INYECCIÓN MONOPUNTO:

También se los puede dominar SPI (Single Point Inyección) esta inyección principalmente apareció para disminuir costos al igual que la necesidad de eliminar los Carburadores. Este tipo de sistemas está controlado por una unidad de comando llamada ECU (Engine Control Unit) “la cual elabora un tiempo de abertura del inyector para que proporcione cierta cantidad de combustible” (meganeboy, 2014), aunque esta suele tener pérdidas ya que inyecta para todos los cilindros y solo constan de un inyector que va colocado

antes de la mariposa de la aceleración en el lugar del carburador.

Este tipo de inyección se suele usar comunmente en vehículos de turismo con una cilindrada baja que también constan con normas de la anti-polución.



**Figura 4:** Inyección Mono punto (partes)

**Fuente:** Catálogos partes de Repuestos VITARA (1999-2004)

REF. NO.	PART. NO.	DESCRIPTION	QTY	REMARKS
1	13400-66000	BODY ASSY, THROTTLE	1	
2	15710-66000	.INJECTOR ASSY	1	
3	13411-61A00	.COVER	1	
4	13439-61A00	.SCREW, COVER	2	
5	13432-61A00	.BRACKET ASSY, DEPRESSION	1	
6	02112-15123	.SCREW, DEPRESSION BRACKET	2	
7	18117-66000	.SOLENOID ASSY	1	
8	13441-66000	.GASKET, SOLENOID	1	
9	09404-06402	.CLIP, SOLENOID	1	
10	02112-15123	.SCREW	5	
11	15160-66000	.REGULATOR ASSY	1	
12	15167-61A00	.SEAL, REGULATOR	1	
13	13687-21000	.HOSE	1	L:275-70
14	13441-61A00	.GASKET	1	
15	02112-15123	.SCREW	1	
16	13420-66000	.SENSOR, THROTTLE TPS	1	
17	13428-66000	.BOLT	2	
18	13442-61A00	.GASKET	1	
19	02112-15123	.SCREW	3	
20	13445-61A00	.CLIP	1	
21	13443-61A00	.SCREW, ADJUST	1	
22	13444-61A00	.SPRING, ADJUST SCREW	1	
23	13491-66000	.HOSE	1	
24	09401-12404	.CLIP	2	
25	13403-66000	.GASKET SET, THROTTLE BODY (INC. REF. NO. 8, 12, 14 AND 18.)	1	NOT SHOWN

**Figura 5:** Inyección Mono punto (partes)

**Fuente:** Catálogos partes de Repuestos VITARA (1999-2004)



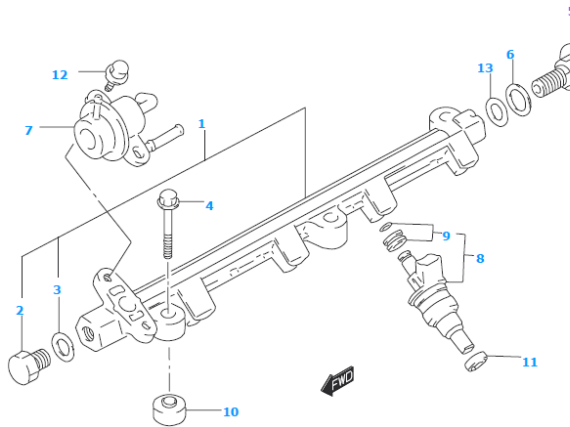
**Figura 6:** Inyección mono punto vitara

**Fuente:** Vitara 3 puertas taller Metrocar SA

## INYECCIÓN MULTIPUNTO:

También llamados MPI (Multi Point Injection), en la cual existe la misma cantidad de inyectores donde puede ser de inyección directa o indirecta, ya que es usada en vehículos de alta y media cilindrada.

Este tipo de inyección a diferencia del mono punto recibe información de diferentes sensores, los cuales la trasladan correspondiendo a la condición del funcionamiento en la que se encuentra el motor enviando al comando o la ECU (Engine Control Unit) y así proceda a comparar la información recibida para saber la cantidad exacta de combustible que debe enviar para los distintos regímenes de revolución, lo cual se pulveriza en el múltiple de admisión.



**Figura 7:** Inyección Multipunto (partes)

**Fuente:** (CITGM, 2017) Centro de Informacion Tecnica GM



**Figura 9:** Inyección multipunto vitara

**Fuente:** Vitara 3 puertas taller Metrocar SA

Item	R	Referencia	CxV	Descripción
1		15731-57812-000	1	JUEGO TUBOS ALIMENTACION COMBUSTIBLE
2		09247-14029-000	1	TAPON
3		15762-61801-000	1	EMPAQUE
4		01550-08503-000	3	TORNILLO
5		15750-82400-000	1	TAPON RIEL INYECTORES
6		15763-61800-000	1	EMPAQUE
7		15160-58800-000	1	REGULADOR PRESION
8		15710-	4	CONJUNTO INYECTOR COMBUSTIBLE

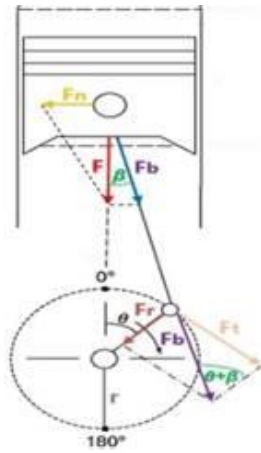
**Figura 8:** Inyección Multipunto (partes)

**Fuente:** (CITGM, 2017) Centro de Informacion Tecnica GM

## TORQUE DEL MOTOR

El torque “se puede definir como la capacidad que tiene el motor para mover un vehículo, con o sin carga dentro de él. Es decir que el torque es la fuerza que saca de su estado de reposo a un vehículo” (TOTAL, 2016) y lo pone en movimiento. Dentro en el motor del vehículo el proceso de combustión por la mezcla que existe de combustible y aire en la parte de la cámara de combustión se crea un fuerza que empuja directamente al piston produciendo un movimiento de biela manivela, donde se transforma el movimiento lineal del pistón en un movimiento rotatorio del cigüeñal. Esta misma fuerza  $F$  se

descompone  $F_b$  que actúa sobre la cabeza de biela y en la  $F_n$  que produce un empuje lateral sobre las paredes del cilindro.



**Figura 10:** Representación del torque

**Fuente:** (Autorex, 2019)

Por lo tanto, el producto de la fuerza  $F_b$  por el radio  $r$  de la manivela determina el par motor, el cual que se expresa en la siguiente ecuación:

$$T = F_b * r$$

$T$ : Torque o p

$F_b$ : Fuerza sobre la biela (N)

$r$ : Radio de la manivela del cigüeñal (m)

## POTENCIA

“La potencia expresa cuantas veces está disponible el par motor o torque en el

tiempo, es decir, con qué velocidad se puede disponer del par. La potencia desarrollada por un motor depende de la relación de compresión y de la cilindrada, ya que a mayores valores de estas le corresponde mayor explosión y más fuerza aplicada al pistón; también depende íntimamente de las revoluciones por minuto a las que gira el motor. La potencia puede ser determinada por la siguiente fórmula” (Revista Politécnica, 2017).

$$P = T * w = \frac{T * n}{\frac{60}{2\pi}}$$

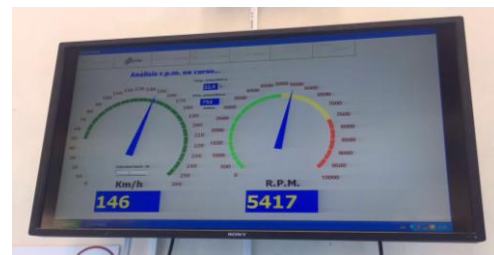
$P$ : Potencia del motor (kW)

$T$ : Torque o par motor (N.m)

$w$ : Velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)

$n$ : Revoluciones por minuto (rpm).

(Revista Politécnica, 2017)



**Figura 11:** KM/H - RPM

**Fuente:** Autores

## MATERIALES Y MÉTODOS

En cuanto a materiales se utilizarán el vehículo Chevrolet Vitara, debido a que

este vehículo tiene diferentes versiones, este vehículo salió a la venta en sus inicios con un sistema de alimentación a carburador, pero gracias al desarrollo de las tecnologías a estos se les logró implementar la inyección, tanto mono punto como multipunto, gracias a las facilidades que nos brinda el internet se pudo conseguir fichas técnicas de estos vehículos con estos tres tipos de sistemas de alimentación. Con esto se analizarán características determinadas que permitirán observar las ventajas y desventajas de los tres vehículos, centrándose más en cuanto al torque y a la potencia de estos y así observar cual versión brinda las mejores prestaciones, por último, se tendrá una mejor perspectiva para determinar cuál de estos vehículos tiene mejores, prestaciones, mejores características y un mejor desarrollo.

Los datos utilizados de los vehículos están regidos por normas DIN. La normativa DIN (Deutsche Industrie-Norm) se estableció por el Instituto Alemán de Estandarización, ofrece datos más reales debido a que esta prueba se realiza con el motor completo, es decir con todos los accesorios colocados y además se considera la potencia que se gasta por el uso de los accesorios, esta medida usualmente en Cv. Se utilizará

un método de análisis teórico comparativo entre las prestaciones y características de estos tres vehículos con sus respectivos sistemas de alimentación.

## ANALISIS DE RESULTADOS

### Fichas técnicas.

#### VITARA CARBURADOR

**Tabla 1:** Ficha técnica de análisis

Características	Datos
Cilindrada	1589 cm <sup>3</sup>
Velocidad máxima	144 km/h
Potencia máxima	74 Cv @ 5400 Rpm
Par máximo	122Nm @ 3000 Rpm
Año	1995
Aceleración Km/h	0-100 18 s

**Fuente:** Autores

(MOTORGIGA, 1998) **VITARA**

#### INYECCION MONO-PUNTO

**Tabla 2:** Ficha técnica de análisis

Características	Datos
Cilindrada	1589 cm <sup>3</sup>
Velocidad máxima	144 km/h
Potencia máxima	80 Cv @ 5400 Rpm
Par máximo	127Nm @ 3000 Rpm
Año	1999
Aceleración 0-100 Km/h	15 s

Fuente: Autores

## VITARA INYECCION MULTI-PUNTO

Tabla 3: Ficha técnica de análisis

Características	Datos
Cilindrada	1590 cm <sup>3</sup>
Velocidad máxima	152 km/h
Potencia máxima	97 Cv @ 5600 Rpm
Par máximo	132Nm @ 4000 Rpm
Año	2006
Aceleración 0-100 Km/h	13 s

Fuente: Autores

### Cilindrada.

La cilindrada “corresponde al volumen barrido por los pistones durante su carrera entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior. Generalmente, se mide en

centímetros cúbicos o en litros” (Revista Politécnica, 2017).

### Velocidad máxima.

“La velocidad máxima homologada de un automóvil es la capacidad real del vehículo para alcanzar dicha velocidad en línea recta, por sus propios medios y sin la existencia de pendientes que favorezcan o se opongan a dicha capacidad” (MOTORGIGA, 1998)

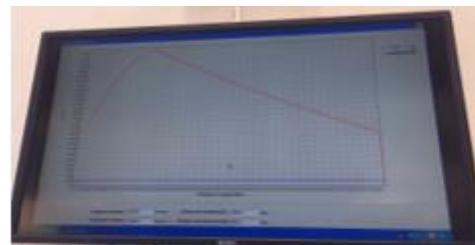


Figura 12: Velocidad máxima alcanzada.

Fuente: Autores

### Potencia Máxima y par Máximo.

La potencia y el par máximo son dos aspectos muy importantes ya que estos son los que generan exclusivamente el motor y depende mucho del tipo de sistema de alimentación que estos incorporen, porque este sistema determina la mezcla para el cilindro.

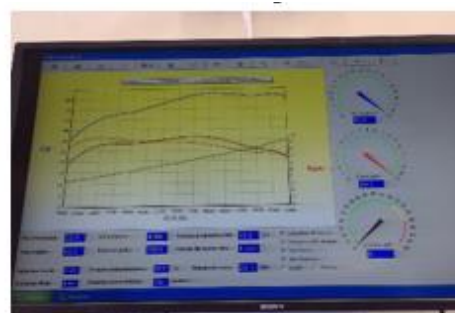


Figura 13: Potencia Máxima

Fuente: Autores

### Diseño Técnico

Podemos darnos cuenta de que al pasar los años la tecnología fue cambiando, en este caso mejorando los sistemas de alimentación.

### Aceleración 0-100 Km/h

Esto depende mucho del motor y de cuál sea su desarrollo, con esto también podemos darnos cuenta de que tipo de sistema de alimentación trabaja mejor y en qué condiciones.

### 4.2 Gráficos Comparativos

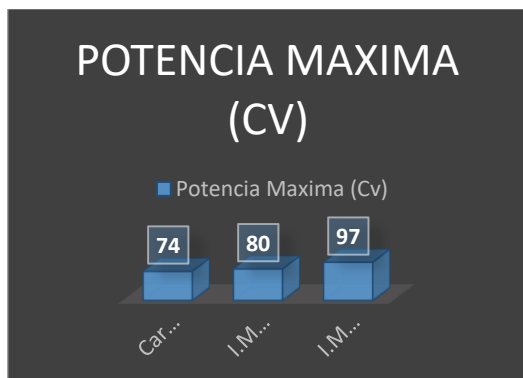


Figura 14: Comparación Potencia Máxima

Fuente: Autores

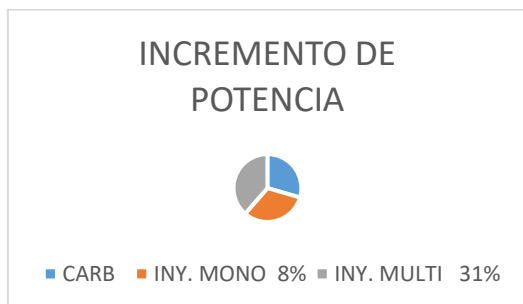


Tabla 4: Gráfico de incremento de Potencia

Fuente: Autores

### Conclusiones.

Referente a la potencia, a pesar de que la inyección mono punto presente un poco más de CV a comparación con la de carburador, ambas llegan a su máxima potencia a un mismo régimen de giro, no obstante, la inyección multipunto presenta mayor potencia y a mayor rpm lo que significa que alcanza la potencia máxima en mayor tiempo, pero del mismo modo la potencia decaerá más tarde.

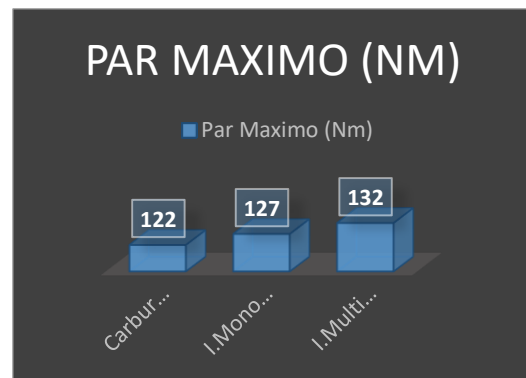


Figura 15: Comparación Par Máximo

Fuente: Autores

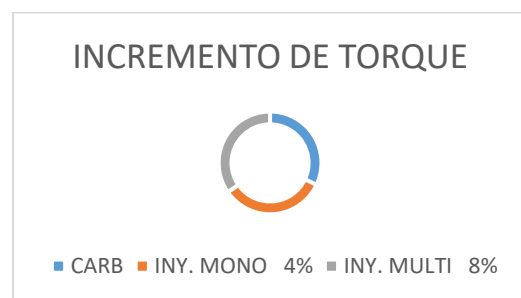


Tabla 5: Gráfico de incremento de Torque

Fuente: Autores

En el torque, de la misma forma que en la potencia la inyección por carburador



tiene el menor par, aunque llegue al par máximo en las mismas revoluciones que en la inyección mono punto. La precisión con la que inyecta el combustible le permite a la inyección multipunto alcanzar mayor torque.

Sistema carburador resultados en grafica obtenida mediante dinamómetro.

Sistema TBI (Throttle Body Injection) resultados en grafica obtenida mediante dinamómetro.

Sistema MPFI (Multipuertos de Inyección electrónica) resultados en grafica obtenida mediante dinamómetro.

Los resultados obtenidos en las pruebas de compresión y vacío realizados en la ciudad de Quito a 2800 msnm. Se realizó en tres carros de diferentes kilometrajes para poder ver la variación de desgaste.

## Referencias.

[1] Extraído de:

<https://www.significados.com/globalizacion>

[2] Extraído de:

<http://www.elpais.com.co/tecnologia/la-revolucion-de-la-tecnologia-en-el-sector-automotriz.html>

[3] Extraído de:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/806/1/1508.pdf>

[4] Extraído de:

<http://leoviedo.blogspot.com/2009/09/motores-de-combustion-interna.html>

[5] Extraído de:

[https://www.ecured.cu/Motor\\_de\\_combusti%C3%B3n\\_interna](https://www.ecured.cu/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna)

[6] Extraído de:

[http://www.eauto.com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=209](http://www.eauto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=209)

[7] Extraído de: M.S

Jóvaj (1982) Motores del automóvil

[8] Extraído de:

<http://www.aficionadosalamecanica.net/vacuometro.htm>

[9] Extraído de:

<https://www.mecanicoautomotriz.org/mecanica-automotriz>

[10] Extraído de:

[http://www.autorex.com.pe/automotriz/sistema\\_inyeccion/pdf/Sistemas\\_de\\_inyeccion\\_electronica.pdf](http://www.autorex.com.pe/automotriz/sistema_inyeccion/pdf/Sistemas_de_inyeccion_electronica.pdf)

[11] Extraído de:

<https://epcecu.citgm.com/citgm2ecu/faces/frameCatalog.xhtml>

[12] Extraído de:

<https://epcecu.citgm.com/citgm2ecu/faces/frameCatalog.xhtml>

[13] Extraído de:

<https://www.profesorenlinea.cl/fisica/F>

uerzas\_Torque\_momento.html) EL  
PROFESOR EN LINEA

[14] Extraído de:  
<https://definicion.de/potencia/>  
DEFINICION EN LINEA

[15] Extraído de:  
<http://pasionporelmotor.blogspot.com/2012/02/potencia-en-motores-de-combustion.html>

## BIBLIOGRAFÍA

Auto-Data. (s.f.). *Características técnicas: Suzuki - Vitara (ET,TA) - 1.6 i 16V (97 Hp)*. Obtenido de <https://www.auto-data.net/es/suzuki-vitara-et-ta-1.6-i-16v-97hp-16429>

Auto-data. (s.f.). *Características técnicas: Suzuki - Vitara Cabrio (ET,TA) - 1.6 (TA) (80 Hp)*. Obtenido de <https://www.auto-data.net/es/suzuki-vitara-cabrio-et-ta-1.6-ta-80hp-16438>

Barbecho, F. (s.f.). *Implementacion de un sistema multipunto*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2010, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1531/13/UPS-CT002020.pdf>

Calderón Fuentes, L. G. (17 de Mayo de 2010). *Evaluación del comportamiento de motores de ciclo otto en un banco de pruebas, adaptando sistemas de combustible GLP para otores a carburador e inyección electrónica*. Recuperado el Febrero de 2010, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2127>

[16] Extraído de:  
<https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-admision/>

[17] Extraído de: [http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts\\_and\\_accessories\\_2/motor\\_and\\_sytems/benzin/injection\\_system/motronic\\_med\\_1/motronic\\_med.html](http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/injection_system/motronic_med_1/motronic_med.html)

Frank(Ingeniero Mecánico). (s.f.). *Foro coches*. Recuperado el 2003, de <https://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=138644#>

Inyeccion. (s.f.). *Inyeccion Monopunto*. Obtenido de <https://mgallegosantos.files.wordpress.com/2015/01/inyeccic3b3n-monopunto.pdf>

Martí Parera, A. (1990). *Inyección electrónica en motores de gasolina*. Barcelona: Boixareu Editores.

Robet Bosch . (s.f.). *Bosch*. Obtenido de [http://www.autorex.com.pe/auto-motriz/sistema\\_inyeccion/pdf/Sistemas\\_de\\_inyeccion\\_electronica.pdf](http://www.autorex.com.pe/auto-motriz/sistema_inyeccion/pdf/Sistemas_de_inyeccion_electronica.pdf)

Rofriguez, M. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo otto*. Antequera, Malaga : ic editorial .

Rovira de Antonio, A., & Muñoz Domínguez, M. (2015). *Motores de combustión interna*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Sánchez, E. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Iberia, S.A.

Testdelayer. (s.f.). *Suzuki Vitara 1.6 J1X - 1993*. Obtenido de

<http://importados.testdelayer.com.ar/test/suzuki-vitara.htm>

Testdelayer. (s.f.). *Suzuki Vitara 1.6 JLX - 1993*. Obtenido de <http://importados.testdelayer.com.ar/test/suzuki-vitara.htm>

“ PRUEBAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE”  
<http://consejoautos.blogspot.com/2011/09/pruebas-del-sistema-de-alimentacion-de.html> MECÁNICA AUTOMOTRIZ

“Torque o Momento de una fuerza”  
(<https://www.profesorenlinea.cl/fisica/F>)

uerzas\_Torque\_momento.html) EL PROFESOR EN LINEA

“DEFINICIÓN DE POTENCIA”  
<https://definicion.de/potencia/>  
DEFINICION EN LINEA

“ POTENCIA EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.”  
<http://pasionporelmotor.blogspot.com/2012/02/potencia-en-motores-de-combustion.html> DEFINICION EN LINEA

## 7. ANEXOS

### MARCO TEORICO

(Línea, Torque o Momento de una fuerza, 2015)

#### Torque o Momento de una fuerza

##### Introducción:

Está comprobado que cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. Ahora bien, la propiedad de la fuerza aplicada para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos torque o momento de la fuerza. Entonces, se llama torque o momento de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto. En el caso específico de una fuerza que produce un giro o una rotación, muchos prefieren usar el nombre torque y no momento, porque este último lo emplean para referirse al momento lineal de una fuerza.

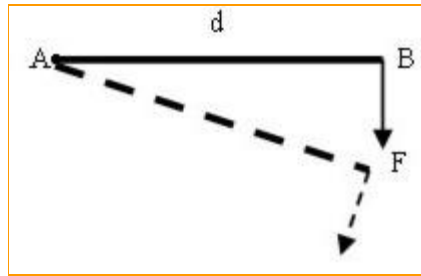
##### Desarrollo:

Para explicar gráficamente el concepto de torque, cuando se gira algo, tal como una puerta, se está aplicando una fuerza rotacional. Esa fuerza rotacional es la que se denomina torque o momento. Cuando empujas una puerta, ésta gira alrededor de las bisagras. Pero en el giro de la puerta vemos que intervienen tanto la intensidad de la fuerza como su distancia de aplicación respecto a la línea de las bisagras.

Entonces, considerando estos dos elementos, intensidad de la fuerza y distancia de aplicación desde su eje, el momento de una fuerza es, matemáticamente, igual al producto de la intensidad de la fuerza (módulo) por la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el eje de giro.

Expresada como ecuación, la fórmula es

$$M = F \cdot d$$



**Cuando se ejerce una fuerza  $F$  en el punto B de la barra, la barra gira alrededor del punto A. El momento de la fuerza  $F$  vale  $M = F \cdot d$**

Donde:

$M$  es momento o torque

$F$  = fuerza aplicada

$d$  = distancia al eje de giro

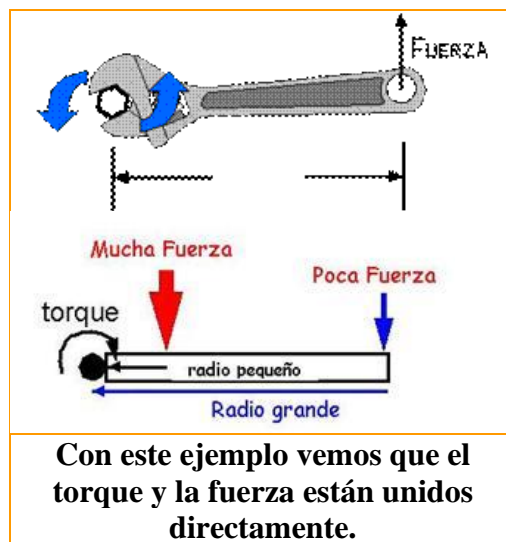
El torque se expresa en **unidades de fuerza-distancia**, se mide comúnmente en **Newton metro** (Nm).

Si en la figura de arriba la fuerza  $F$  vale 15 N y la distancia  $d$  mide 8 m, el momento de la fuerza vale:

$$M = F \cdot d = 15 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 120 \text{ Nm}$$

La distancia  $d$  recibe el nombre de “brazo de la fuerza”.

Una aplicación práctica del momento de una fuerza es la **llave mecánica** (ya sea inglesa o francesa) que se utiliza para apretar tuercas y elementos similares. Cuanto más largo sea el mango (brazo) de la llave, más fácil es apretar o aflojar las tuercas.



**Con este ejemplo vemos que el torque y la fuerza están unidos directamente.**

Para apretar una tuerca se requiere cierta cantidad de torque sin importar el punto en el cual se ejerce la fuerza. Si aplicamos la fuerza con un radio pequeño, se necesita más fuerza para ejercer el torque. Si el radio es grande, entonces se requiere menos fuerza para ejercer la misma cantidad de torque.

### Ejercicios.

Calcular el torque o momento de las siguientes fuerzas.

- 1)  $F = 12 \text{ N}$  y su brazo  $d = 5 \text{ m}$ .

2)  $F = 6,5 \text{ N}$  y su brazo  $d = 8\text{m}$ .

## ANEXO

### MARCO TEORICO

(de, 2008)

### POTENCIA

#### Introducción:

A la hora de definir el término que nos ocupa lo primero que tenemos que hacer es determinar su origen etimológico. En concreto para encontrarlo tenemos que marcharnos al latín pues allí reside, más concretamente se sitúa en la palabra *potencia*.

#### Desarrollo:

La **potencia** es la cantidad de **trabajo** que se realiza por **unidad de tiempo**. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de **energía** dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo.

Se puede indicar que la potencia es la **fuerza**, el **poder** o la capacidad para conseguir algo. Por ejemplo: “Batistuta era un delantero con mucha potencia que siempre marcaba goles”, “El nuevo disco de la banda sueca muestra la potencia de su nuevo baterista”, “Creo que, si golpeaba el balón con más potencia, hubiera conseguido otro punto”.



En este sentido, merece subrayarse que, en muchas ocasiones, y de modo especial dentro de lo que es la Historia, se habla de ciertas naciones o países como potencia mundial. Con dicha expresión lo que quiere manifestarse es que aquellas en cuestión eran o son muy poderosas y destacan por la influencia notable que ejercen en el resto del planeta.

De esta manera, una frase que podría explicar ello es la siguiente: “Estados Unidos es una potencia mundial en este momento, pero en el pasado han existido otras mucho más poderosas que ella tales como Alemania, Francia o España”.

Una acepción la que estamos determinando que también nos lleva a dejar constancia de una expresión que existe en este campo político e histórico. Nos estamos refiriendo a “de potencia a potencia”. Con dicha locución adverbial lo que se intenta expresar es que dos estados o países se han tratado de igual a igual, es decir, sin que uno se establezca como superior o por encima del otro.

Se conoce como **potencia mecánica** al trabajo que realiza un individuo o una máquina en un cierto periodo de tiempo. Es decir que se trata de la potencia que se transmite a

través del accionar de una fuerza física de contacto o de algunos elementos mecánicos relacionados, como un engranaje o un juego de palancas.

Otro tipo de potencia que puede mencionarse es la **potencia eléctrica**, que es el resultado de multiplicar la diferencia de potencial entre los extremos de una carga y la corriente que circula allí.

También podemos hacer referencia a la **potencia del sonido**, que se calcula en función de la intensidad y la superficie, y a la **potencia de un punto**.

En cuanto a las unidades de potencia, pueden reconocerse cuatro grandes sistemas. El sistema internacional de unidades, cuya unidad más frecuente es el **vatio** o **watt** y sus múltiplos (kilovatio, megavatio, etc.), aunque también puede utilizar combinaciones equivalentes como el **voltamperio**; el sistema inglés, que mide por **caballo de fuerza métrico**; el técnico de unidades, que se basa en la **caloría internacional por segundo**; y el cegesimal, que calcula **ergio por segundo**.

Asimismo, tampoco podemos olvidar que en el ámbito de las Matemáticas es frecuente el uso del término potencia y es que con él se viene a definir a una operación mediante la cual se determina el resultado de que un número en cuestión se halla multiplicado por sí mismo en varias ocasiones.

Se define la potencia como la rapidez con la que se realiza un trabajo. Su expresión viene dada por:

$$P = \frac{W}{t}$$

Donde:

- *P*: Potencia desarrollada por la fuerza que realiza el trabajo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Vatio (W)
- *W*: Trabajo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Julio (J)
- *t*: Tiempo durante el cual se desarrolla el trabajo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el segundo (s).

Aunque existen otras *unidades de medida de la potencia*, el sistema internacional mide la potencia en vatios (W). La **ecuación de dimensiones de la potencia** relaciona los vatios con julios y segundos o bien con kilogramos, metros y segundos:

$$[P] = M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$$

### **Potencia indicada, efectiva, absorbida, teórica.**

El combustible que se introduce en el interior de los cilindros posee una energía química que con la combustión se transforma en energía calorífica, de la cual una parte es convertida en trabajo mecánico.

Este trabajo es el producto de la fuerza aplicada al pistón por el espacio recorrido bajo la aplicación de esta.

A su vez, la fuerza actuante sobre el pistón es el producto de la presión (P) aplicada, por la superficie (S) del mismo:

$$\mathbf{F = P \times S}$$

siendo P la presión interna lograda en la cámara de compresión como consecuencia de la combustión del gas.



Por ejemplo, si se empuja a un pistón desde el P.M.S. al P.M.I. con una fuerza F constante de 1.000 N y la carrera (L) del mismo es de 80 mm, el trabajo desarrollado es:

$$\mathbf{W = F \times L}$$

$$W = F \times L = 1.000 \text{ N} \times 0,08 \text{ m} = 80 \text{ Nm} = 80 \text{ Julios}$$

Suponiendo que este trabajo se realice en una décima de segundo, la potencia desarrollada es:

$$\mathbf{P = W / t}$$

$$P = W/t = 80\text{J}/0,1 \text{ s} = 800 \text{ Watios}$$

La potencia máxima que puede desarrollar un motor depende de diversos factores, entre ellos:

- la relación de compresión y
- la cilindrada,
- de la carrera, del número de cilindros y régimen de giro, etc.

La potencia desarrollada en el interior de los cilindros de un motor no está aplicada íntegramente al cigüeñal, pues una parte de ella es absorbida por las resistencias pasivas (calor, rozamientos, etc.).

Fundamentalmente podemos distinguir tres clases de potencia en un motor:

- la **potencia indicada**,
- la **potencia efectiva** y
- la **potencia absorbida**.

La potencia indicada puede calcularse partiendo del ciclo indicado, cuya área del diagrama representa el trabajo realizado en el cilindro durante un ciclo.

La potencia efectiva se obtiene midiendo con máquinas apropiadas el trabajo que está desarrollando el motor.

La potencia absorbida es la diferencia entre las dos anteriores, que puede ser medida también por el trabajo necesario para hacer girar el motor, sin que éste funcione.

## **ANEXO**

### **MARCO TEORICO**

(José, 2012)

#### **POTENCIA INDICADA**

##### **Introducción:**

Se llama potencia indicada a la que realmente se desarrolla en el cilindro por el proceso de la combustión. Una de las formas de determinarla es a través del valor de la presión media indicada ( $p_i$ ) del ciclo, que como ya se ha visto, viene determinada por la altura del rectángulo de área equivalente a la del ciclo, y representa la relación existente entre el área del ciclo  $A$  y la cilindrada unitaria  $V$ :

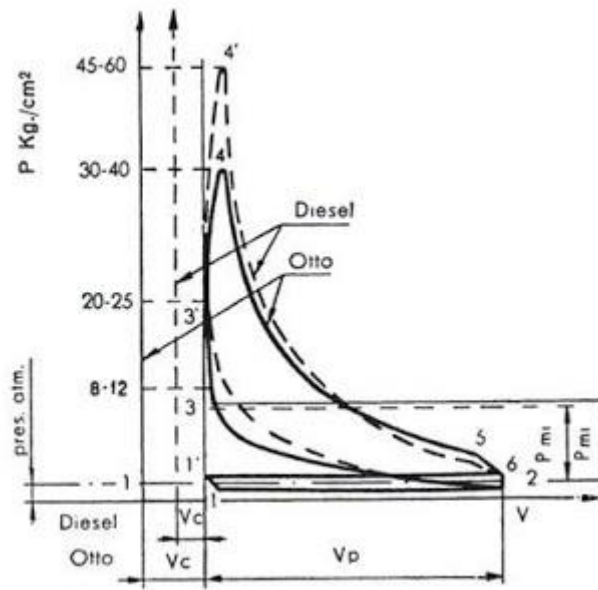
$$p_i = A / V$$

##### **Desarrollo:**

La figura siguiente representa dos ciclos reales típicos de motores Otto y Diésel de igual cilindrada unitaria.

Para facilitar la comparación entre los dos ciclos, los diagramas se han dibujado superpuestos. El eje de las presiones para el ciclo Otto, como consecuencia de la diferencia de volumen  $V_c$  de la cámara de combustión. En efecto, a igualdad de cilindrada unitaria  $V_p$ , siendo más elevada la relación de compresión del motor Diésel que la del motor Otto, resulta menor el volumen  $V_c$ , de la cámara de combustión.





La superficie 1 2 6 1' 1 representa el trabajo negativo debido al bombeo en la fase de aspiración y de escape; la superficie 2 3 4 5 6 2 representa el trabajo positivo. Su diferencia es el trabajo útil.

Dividiendo el área correspondiente al trabajo útil efectuado por el fluido, por la longitud de la carrera, o por la cilindrada  $V_p$  con arreglo a la escala elegida para el eje de las abscisas, se obtiene el valor de la presión media indicada ( $P_i$ ) (p.m.i.).

Se entiende por presión media a la presión constante con que sería preciso impulsar al pistón durante su carrera de trabajo para que, en estas condiciones ideales, la potencia desarrollada fuera igual que la debida a la combustión. La presión media varía con la velocidad del motor y la relación de compresión.

Como el área del ciclo ( $A$ ) es equivalente al trabajo desarrollado en el cilindro, podemos decir que éste es el producto de la cilindrada unitaria ( $\text{cm}^3$ ) por la presión media indicada ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ):

$$W = A = p_i * V$$

Puede llegarse también a esta misma conclusión razonando de la forma siguiente:

Sean  $D$  y  $L$  el diámetro y la carrera del pistón. La fuerza total  $F$  que actúa sobre él es el producto de la presión media  $p_i$  por la superficie a la que se aplica:

$$F = p_i * (p * D^2/4)$$

El trabajo realizado por esta fuerza durante la carrera útil es:

$$W = F * L = p_i * (p * D^2/4) * L$$

y teniendo en cuenta que  $(p * D^2/4) * L$ , es igual a la cilindrada unitaria y, queda:

$$W = p_i * V$$

El trabajo desarrollado por un motor puede ser calculado también a partir de la cantidad de calor aportada, teniendo en cuenta, además, el rendimiento térmico del ciclo. La energía mecánica obtenida por transformación directa del calor viene dada por la expresión:

$$W = 427 * Q$$

Siendo la cifra 427 el equivalente térmico del trabajo.

Teniendo en cuenta que no todo el calor aportado es transformado en trabajo, dado que existen pérdidas de calor, el trabajo desarrollado es:

$$W = 427 * Q * h_t$$

Siendo  $h_t$ , el rendimiento termodinámico.

### ***Ejemplo:***

Sea un motor que genera una cantidad de calor  $Q$  de 1.500 calorías por ciclo, siendo su rendimiento térmico del 40%.

El trabajo desarrollado es:

$$W = 427 * Q * h_t$$

$$W = 427 \text{ Kgm/Kcal} * 1,5 \text{ Kcal} * 0,4 = 256,2 \text{ Kgm.}$$

La potencia indicada  $P_i$  es el producto del trabajo desarrollado durante una carrera útil, por el número de ellas realizadas en la unidad de tiempo ( $n$ ). Así pues, en un motor de cuatro tiempos, dado que el ciclo se realiza en dos vueltas completas o revoluciones del motor, tendremos:

$$P_i = (W_i/2) * (n/60) = (p_i * V * n / 120)$$

siendo  $n$  el número de revoluciones del motor.

Expresando la cilindrada en litros y las presiones en  $\text{Kg/cm}^2$ , para obtener la potencia en CV haremos:

$$P_i = (p_i * V * n / 120 * 75) = (p_i * V * n) / 900$$

y para el motor de dos tiempos quedaría:

$$P_i = p_i * V * n / 450.$$

En funcionamiento, una parte de la potencia desarrollada por el motor es empleada en vencer los rozamientos en el interior de este. Por esta causa, la potencia indicada es siempre mayor que la efectiva.

La potencia indicada puede ser calculada también partiendo del calor aportado por ciclo (Qj) y viene dada por la expresión:

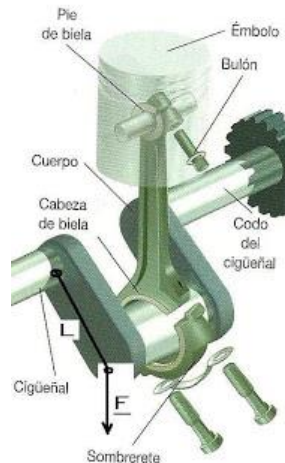
$$P_i = W/t = (427 * Q * h_t * n) / 60 * 75 \text{ CV}$$

## POTENCIA EFECTIVA

La fuerza de la explosión aplicada a la biela y transmitida por ésta al codo del cigüeñal para hacerle girar, produce un esfuerzo de rotación que se conoce con el nombre de "par motor". Así pues, el par motor es un esfuerzo de giro.

El cigüeñal de un motor gira debido a la fuerza E aplicada al pistón (Fig. 2.3) en el tiempo de explosión, la cual es transferida al cigüeñal por medio de la biela (esfuerzo F).

Para la velocidad de rotación del motor a la cual la presión en el cilindro es máxima, se obtiene el mayor esfuerzo de giro en el cigüeñal, que es producto de la fuerza F, por la longitud L de la muñequilla.

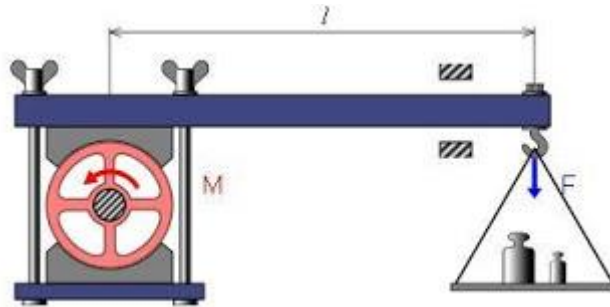


Debido a diferentes causas, el mayor valor de la presión en el cilindro no se da en el máximo régimen de giro del motor, sino a una velocidad mucho más reducida, en la que el llenado del cilindro es mejor y se obtienen explosiones más fuertes, por lo cual el par motor máximo no se obtiene al régimen más alto, sino a una velocidad mucho menor.

El par motor, multiplicado por el régimen de giro, da la potencia del motor.

Así pues, mientras que el par motor será menor que el máximo a las más elevadas revoluciones del motor, el factor de velocidad se traducirá en potencia, que será máxima o cercana a ella a las más elevadas revoluciones del motor.

La potencia efectiva es generada por este par y se conoce también como potencia al freno, ya que se mide empleando un dispositivo frenante, que, aplicado al eje del motor, se opone al par motor permitiendo medir su valor.



Uno de los primeros dispositivos empleados fue el "freno de Prony", actualmente en desuso por haber sido superado por otros más sofisticados; no obstante, para aclarar el concepto aplicado a la determinación de la potencia efectiva, recurriremos al freno Prony, constituido por un gran tambor de radio  $r$ , solidario al eje del motor, que es abrazado por las zapatas regulables del freno. Forma parte de ellas el brazo de longitud  $l$ , de cuyo extremo libre pende un peso  $F$ .

Cuando el eje motor gira arrastrando al tambor, el rozamiento de este contra las zapatas del freno generan un momento que tiende a hacer girar el brazo, el cual es mantenido en equilibrio por el peso  $F$  que pende del extremo libre.

Cuando se consigue el equilibrio del sistema, puede decirse que el trabajo absorbido por la fuerza tangencial de rozamiento o de freno en cada revolución del eje motor es:

$$W = 2 * p * l * F.$$

Este es el trabajo efectivo desarrollado por el motor, en el que están incluidas las pérdidas por rendimiento mecánico debidas a rozamientos internos, y el trabajo absorbido por los órganos auxiliares, como las bombas de agua y aceite, el generador, etc.

El trabajo útil ( $W_u$ ) desarrollado por un motor es el producto del trabajo indicado ( $W_i$ ) por el rendimiento mecánico ( $h_m$ ).

$$W_u = W_i * h_m$$

Expresando  $n$  en revoluciones por minuto,  $F$  en Kg y  $l$  en metros, la potencia efectiva en CV viene dada por la expresión:

$$P_e = (2 * p * l * F * n) / (75 * 60) \approx (l * F * n) / 716$$

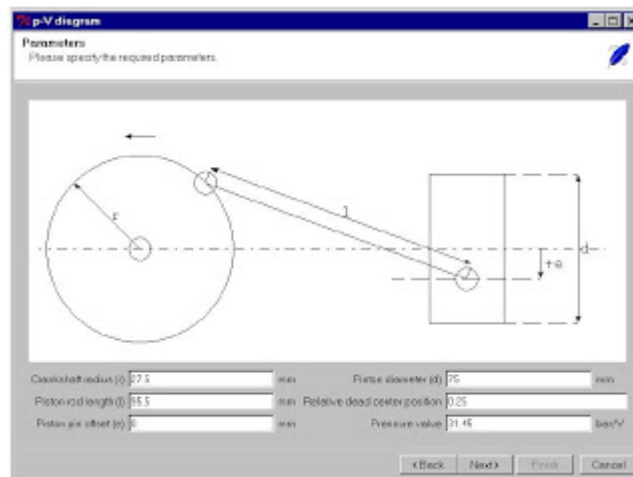
, donde  $l * F$  es el par motor y el símbolo  $\approx$  indica aproximadamente igual.

El ensayo con el freno de Prony se realiza cuando el motor ya está girando a una velocidad uniforme. En estas condiciones se van apretando regularmente las zapatas contra el tambor, frenando el motor hasta conseguir el régimen al que se desea medir el par.



Motor en bastidor para conectar a banco de potencia.

El par motor representa la capacidad del motor para producir trabajo, mientras que la potencia es la medida de la cantidad de trabajo realizado por el motor en un tiempo determinado.



Software para crear diagramas p-V en banco de potencia.

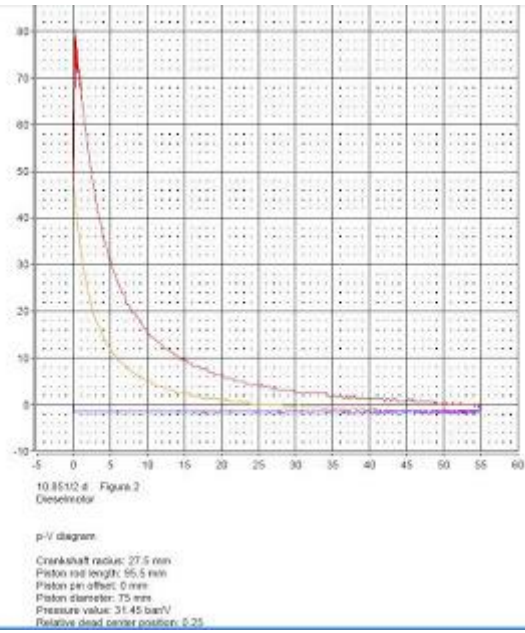


Diagrama p-V motor diésel obtenido del banco de potencia.

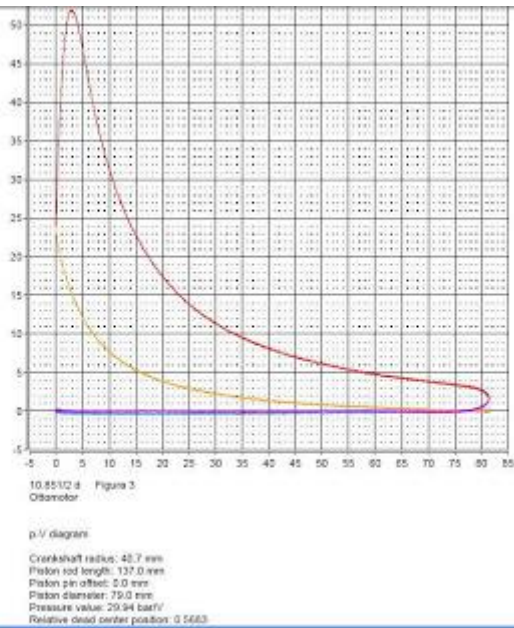


Diagrama p-V motor ciclo Otto obtenido del banco de potencia.

## POTENCIA ABSORBIDA

Se denomina así a la diferencia entre la potencia indicada y la efectiva:

$$P_a = P_i - P_e.$$

Una parte de la potencia desarrollada por un motor (potencia indicada) es utilizada para vencer los rozamientos entre las partes mecánicas en movimiento (pistones, cojinetes, etc.), para accionar los diferentes órganos que reciben movimiento del motor (generador

eléctrico, bomba de agua, etc.) y para realizar el trabajo de bombeo del fluido en el cilindro.

La potencia absorbida resulta difícil de medir, dada la diversidad de las causas de pérdidas por rozamientos y las alteraciones de su valor al variar las condiciones de funcionamiento del motor. Puede obtenerse su valor total midiendo la potencia efectiva y restándola de la indicada, previamente calculada. Como este procedimiento resulta complejo, la determinación de la potencia absorbida suele hacerse obligando a girar al motor sin que éste funcione, midiendo al mismo tiempo la potencia que es necesario emplear. Todo ello después de haber estado funcionando el motor y una vez alcanzada la temperatura de régimen.

Este procedimiento da origen a ciertos errores, pero los efectos que ellos causan en un sentido son contrarrestados por los que producen en sentido opuesto. Conociendo la potencia indicada y la efectiva puede obtenerse el rendimiento mecánico del motor:

$$hm = Pe / Pi$$

, que es un índice de la potencia absorbida por las resistencias pasivas.

La experiencia demuestra que las pérdidas de potencia por rozamiento son proporcionales a la velocidad de rotación del motor. Una de las causas más notables de estas pérdidas es el rozamiento de los segmentos contra las paredes de los cilindros, que en determinadas condiciones representan hasta un 75% del total de la potencia absorbida, lo que justifica la tendencia al empleo de motores de carrera corta.

## **OTRAS CLASES DE POTENCIA**

Además de las ya tratadas, pueden ser consideradas las siguientes clases de potencia:

### **Potencia teórica**

Es la relativa al combustible, es decir, la que debería suministrar el motor si toda la energía calorífica del combustible se transformara en energía mecánica.

La potencia teórica está determinada por el número de calorías contenidas en el peso del combustible consumido. Conociendo también el tiempo empleado en su consumo se obtiene la potencia.

Ejemplo:

Sea un motor que consume 20 litros de gasolina en una hora, siendo 0,7 la densidad de la gasolina y 11.000 Kcal/Kg su energía interna.

$$20 \text{ litros} \times 0,7 \text{ Kg/litro} = 14 \text{ Kg}$$

$$14 \text{ Kg} \times 11.000 \text{ Kcal/Kg} = 154.000 \text{ Kcal.}$$

Teniendo en cuenta que 1 Kcal = 427 Kg, la potencia teórica del motor es:

$$(154.000 \times 427) / (3.600 \times 75) = 243 \text{ CV}$$

## Potencia fiscal

La potencia fiscal es aquella por la que tributan al Estado los vehículos automóviles y nada tiene que ver con la desarrollada por el motor. La determinación de esta potencia difiere de unos países a otros. En España se determina con las siguientes expresiones:

a) Para los motores de explosión o de combustión interna de cuatro tiempos:

$$\text{Potencia fiscal en CVF} = 0,08 \cdot (0,785 \cdot D^2 \cdot L)^{0,6} \cdot N \quad (1)$$

b) Para los motores de explosión o de combustión interna de dos tiempos:

$$\text{Potencia fiscal en CVF} = 0,11 \cdot (0,785 \cdot D^2 \cdot L)^{0,6} \cdot N \quad (2)$$

En las fórmulas (1) y (2) se representa por:

D = el diámetro del cilindro en centímetros.  
L = el recorrido del pistón en centímetros.  
N = el número de cilindros de que consta el motor.

c) Para los motores de explosión rotativos:

$$\text{Potencia fiscal en CVF} = Pe/5,152 \quad (3)$$

d) Para los motores eléctricos:

$$\text{Potencia fiscal en CVF} = Pe/5,152 \quad (4)$$

La potencia efectiva  $Pe$  que se utiliza en las fórmulas (3) y (4), expresada en kilovatios (kW), será la que determine el Laboratorio Oficial que el Ministerio de Industria y Energía designe aplicando los métodos de ensayo que dicho Ministerio establezca.

En cualquier caso, la potencia fiscal del motor a consignar en la tarjeta de inspección técnica o en el certificado de características del vehículo, será la que resulte de aplicar la fórmula correspondiente, según el tipo del motor, expresada con dos cifras decimales aproximada por defecto.

## Potencia másica

Es la relación existente entre la potencia efectiva y el peso del motor:

$$P_m = Pe / m.$$

Actualmente, la potencia másica está muy considerada en la fabricación de motores, en los que se tiende a disminuir el peso mediante el empleo de materiales como el aluminio.



## **Potencia volumétrica o potencia específica**

Es la relación entre la potencia efectiva y la cilindrada unitaria:

$$P_v = P_e / V$$

La potencia específica de un motor se expresa en CV por litro de cilindrada, o en Kw por litro de cilindrada, y se obtiene dividiendo la potencia al freno por la cilindrada en litros. Las potencias por litro de cilindrada son netamente mayores en los motores de gasolina, consecuencia de una presión media efectiva más fuerte.

## **ANEXO**

### **MARCO TEORICO**

(Motor, 2018)

#### **Sistema De Admisión: Funcionamiento E Importancia Del Turbocompresor.**

##### **Introducción:**

**El sistema de admisión** es aquel conjunto de elemento que proveen al motor de aire limpio a una velocidad y temperatura acorde a la necesidad del régimen del motor. Entre otras cosas, el principal sentido del motor es la transformación de la energía, de térmica a mecánica, en ese sentido, para tener energía térmica debe existir una sustancia capaz de arder y propiciar dicha energía.

En esa línea de ideas, la sustancia utilizada para tal fin son los provenientes de la refinación de los hidrocarburos, sin embargo, hay algo de suma importancia dentro de la generación de las condiciones de quema del combustible, para que esto suceda es necesario la existencia del aire, ya que, le provee el oxígeno a las cadenas de hidrocarburos que se oxidan gracias a la chispa de la bujía.

##### **Desarrollo:**

Entonces, si partimos de la premisa inobjetable de la importancia del aire dentro del proceso de combustión, ya sea en proporción, en velocidad o calidad debemos darnos cuenta de lo que la generación de las condiciones acordes para el tratamiento del aire impacta en el proceso de combustión del motor, lo que finalmente impacta en el rendimiento total del vehículo.

El contexto que hemos dado como abreboca sirve para ponernos en contexto acerca de la importancia de la existencia del sistema de admisión, así como lo que podría afectar dentro del proceso de combustión una mala alimentación de aire. Un sistema de admisión saludable es indicio de un sano proceso de combustión.

## **Partes del sistema de admisión**

Como hemos comentado, la función del sistema de admisión es simple, suministrar al motor cantidades acordes al régimen del motor de aire limpio. Ahora, para ello como todo sistema está compuesto por elementos, partes que como conglomerado se encarga de realizar dicha función, a continuación, las describimos:

### **Filtro de aire:**

Hay que saber que el aire en el sistema de admisión proviene del exterior, debido a esto dicho fluido viene con impurezas, elemento de milésimas de centímetros que pueden ocasionar problemas dentro del funcionamiento del motor, como por ejemplo una combustión incompleta que genera mayores gastos de combustible y mayor contaminación. Entonces, conocido esto, **es importante contar con un elemento que, así como lo dice su nombre, filtre el aire, y esa es la misión de éste.**

### **Tipos de filtros de aire:**

**Filtro de tipo baño de aceite:** Este tipo de filtro cuenta con un recipiente interno de aceite, el propósito y disposición del recipiente hace que el paso de aire sea sinuoso, por lo que, las partículas de polvo dentro del aire queden atrapadas en el aceite, ya que, las partículas de polvo que son más pesadas que el aire no pueden realizar el cambio de dirección tan rápido como el aire.

Este tipo de filtro tiene entre otras cosas puntos a favor y en contra, a favor se puede decir que son capaces de retener grandes cantidades de polvo además de que son lavables, mientras en contra se puede decir que generalmente el área de filtrado es muy pequeña y que, a altas velocidades del aire se puede perder aceite.

**Filtro de aire seco:** Es un tipo de filtro que cuenta con doble sistema de filtro, uno primario que puede limpiarse y otro de seguridad que es reemplazable. El filtro **cuenta con un recipiente para polvo y generalmente se usa para trabajo pesado.** Entre otras cosas puede ser de montaje horizontal o vertical.

Este filtro de aire cuenta con las siguientes partes: cuerpo de filtro, sello, abrazadera, carcasa, tuerca, placa desviadora y recipiente para polvo. **Como dato, este tipo de filtros son probados introduciendo una lámpara de luz,** si la luz pasa el elemento filtrante quiere decir que está bueno, si no lo hace, entonces hay que cambiar el filtro.

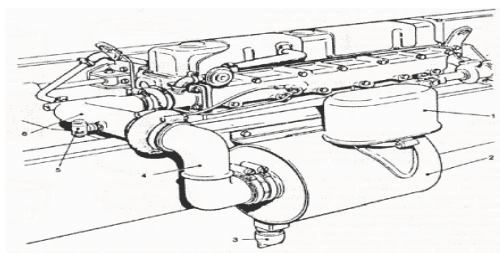
**Por otro lado, la acción de limpieza del aire en este tipo de filtros consiste en que,** el aire entra por el lado superior del cuerpo del filtro, dentro de sí, las aspas pre-limpiadoras proveen de rotación al aire, con lo que, como una cernidora, los elementos más pesados, es decir, las impurezas se van hacia las paredes del filtro y bajan hacia el recipiente para polvo.

**Filtro húmedo (mixto): Este tipo de filtros son impregnados están impregnados de aceite de motor, son lavables y no tienen papel seco.**

#### **Indicadores de restrictores de aire:**

**Es un elemento que indica cuando hay que limpiar o remplazar el filtro de aire.** El indicador se ubica generalmente dentro del sistema de admisión a la salida del aire limpio del filtro de aire o en los ductos que están entre el motor y el filtro. El sistema tiene su principio en la diferencia de presión que puedan ocasionar las restricciones del paso de aire en los filtros de aire, ya que, al haber limitaciones o restricciones en él, se producen vacíos en los ductos entre el filtro y el motor.

#### **Válvula de descarga del filtro:**



Válvula de descarga del filtro.

1. Sombrero para lluvia.
2. Filtro de aire.
3. Válvula de descarga.
4. Codo.
5. Indicador de restricción.
6. Ductos.

Dispuesta de tal manera que **expulsa continuamente las acumulaciones de polvo y humedad** conformen se acumulan en el filtro de aire. Como recomendación debe procurarse mantener la válvula limpia e inspeccionarla regularmente para comprobar que las pestañas no queden pegadas por el sucio acumulado.

#### **Respiraderos del motor:**

**Estos desempeñan dos funciones vitales en el sistema de admisión:** uno, descargan la presión al interior del motor y al depósito de aceite, además de que sirven para hacer un segundo filtrado de aire, esta vez el que va directo al motor con el fin de ser lo más cuidadoso con la entra de partículas indeseadas al motor. Por otro lado, algunos motores tienen válvulas PCV y no carburadores que descargan a la atmosfera.

#### **Turbo-carburadores:**



**Los turbo-carburadores están presentes en uno que otro sistema de admisión**, sus partes son: compresor, una boquilla de entrada de aire del motor, una turbina, una boquilla para la salida de los gases y una brida de montaje.

**Estos elementos son usados para obligar una entrada mayor de aire a los cilindros a la que es producida solo por la presión atmosférica. Al tener mayor aire, se traduce en mayor oxígeno en la cámara de combustión capaz de oxidar la mezcla**, lo que finalmente y hasta un punto se traduce en mayor potencia para el motor. **Estos elementos son usados generalmente para el suministro extra de aire en motores diésel de dos tiempos.**

#### **Características del turbo:**

- **Respiración del motor:** Los sistemas de admisión que no cuenta con turbo para la alimentación de aire del motor se llaman de aspiración natural, lo que quiere decir, que aspiran el aire la condición natural de vacío que genera el movimiento de los pistones. El vacío entra la cámara y la presión atmosférica del **exterior hace que el aire vaya de la zona de mayor presión a menor presión.**
- **Diseño de los turbos:** Generalmente, hay tres tipos de turbos. Todos funcionan de manera similar, pero difieren en el sistema para dirigir la salida de gases de combustión hasta la turbina. Los tres tipos comentados son: de espiral, de toberas y de impulso.
- **Turbos en motores de dos tiempos:** En los motores de dos tiempos el turbo es usado para impulsar la salida de los gases de escape desde los cilindros hasta la turbina del cargador que se encuentra sobre la cubierta del soplador.
- **Enfriamiento de la carga de aire:** Al realizarse la compresión de aire en el turbo por condiciones termodinámicas no solo aumenta la presión, sino que también la temperatura. Sin embargo, es necesario que la masa de aire que entra al motor esté a una temperatura no muy alta. Para que la temperatura del aire no sea muy alta la masa de aire es pasada por un intercambiador de calor colocado entre el turbo y el múltiple de admisión.
- **Turbo enfriado por líquido:** Este sistema de enfriamiento es usado para los turbos de los motores fuera de borda. La turbina cuenta con una camisa de agua para eliminar el exceso de calor de la masa de aire.

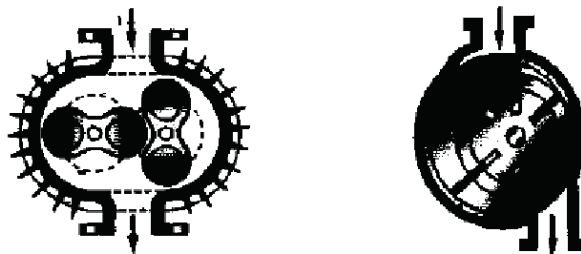
#### **Ventajas:**

- **Mayor potencia:** Generalmente, con el uso de los turbos, se suele tener un incremento aproximado de entre el 40% y 50% comparado con un motor de

aspiración natural de las mismas características. La potencia adicional se obtiene gracias a la entrada adicional de aire a presión al motor.

- **Reducción del humo:** Gracias a que entra una mayor cantidad de aire dentro de la cámara de combustión, el proceso de quema del combustible es mucho más eficiente, lo que hace que no se generen desperdicios por combustiones incompletas del combustible. Todo esto producirá en definitiva una mucho menor emisión de humo negro producto una insuficiente quema de todo el combustible.
- **Compensación de altitud:** Antes de la aparición de este elemento, se notaba que a mayor altitud un auto con las mismas prestaciones tenía un menor rendimiento que cuando se encontraba al nivel del mar, lo que sucedía aquí era que al estar a mayor altitud la densidad del aire es mayor lo que dificultaba la llegada de aire al motor. Luego de la aparición del turbo, este problema no se veía, ya que, dicho problema era compensado por él.
- **Ruido de la combustión:** Los motores diésel tiene un funcionamiento un poco distinto a los motores a gasolina, la mezcla en los motores diésel se enciende debido al aumento de la presión del aire, que termodinámicamente al entrar en contacto con la gasolina se enciende.
- Debido a que el aire debe ser llevado casi de presión atmosférica hasta el punto de ignición de la gasolina, lo que son unas cuantas atmosferas más, se produce un cascabeleo dentro de los cilindros, sin embargo, gracias a la existencia del turbo, el aire no llega a presión atmosférica sino a una presión mucho más cercana a la de ignición del combustible.

#### **El cuerpo del compresor:**



**Cuerpo del compresor**

Luego de pasar por el filtro de aire, **la masa de aire continua al compresor a través del centro de la carcasa y es dirigido directamente al rodete**, donde sus alabes le

proporcionan un giro de 90 ° impulsándolo al difusor hacia un estrecho de paso ubicado entre la tapa, la pared interna del difusor y el cuerpo central. El difusor, es un pasaje circular que hace dar una vuelta completa al aire, el pasaje está formado por la carcasa central. Una vez el aire es comprimido sale tangencialmente al colector de admisión.

**Los encontramos de dos tipos: de sección constante o de sección creciente.** La forma en que la difusión es llevada a cabo impacta en la eficiencia y cantidad de masa de aire que puede ser bombeada. El tipo de sección creciente funciona mejor para diferentes regímenes de giro, mientras que el de sección constante es para una gama más reducida de regímenes de giro. Por otro lado, el cuerpo de la turbina está unido al cuerpo de cojinetes por medio de abrazaderas en forma de V o mediante abrazaderas planas y tornillos.

### **El cuerpo de cojinetes:**

El cuerpo de cojinetes se sujeta por medio de bridas a la turbina y al compresor. La turbina tiene alta temperatura y el compresor tiene baja temperatura. Las diferencias de temperaturas entre estos cuerpos han influido en el diseño y distribución de las partes internas del cuerpo de cojinetes.

Entre la pared del cuerpo de cojinetes y el cuerpo de la turbina hay un espacio de aire, que está delimitado en el lado de la turbina por una placa de protección, que mejora la conservación de la energía térmica (aislamiento) entre mencionados cuerpos.

Por otro lado, el eje sale del cuerpo de cojinetes a la zona de aire comentada por medio de un aro de estanqueidad fijo, **el aro es el elemento que determina la separación de los cuerpos y no debe ser engrasado.** Entre el cojinete del eje y la parte inferior del aro de estanqueidad queda una cavidad circular dispuesta en el cuerpo central para el drenaje de aceite.

Hacia el extremo del cuerpo de cojinetes adyacente al compresor se encuentra el conjunto de cojinetes de empuje, una tapa encajada que carga un anillo elástico de retención y el deflector de lubricante. La primera es por la cual salen los elementos giratorios del compresor.

Es importante saber que, cada turbocompresor cuenta con un sistema de cojinetes de empuje o axiales, así como un sistema de cojinetes de giro o radiales, aunque puede haber variaciones de entre uno u otro compresor. **Generalmente, los rodetes realizan sus giros de manera equilibrada, pero** bajo ciertas condiciones como presiones, ondas y variaciones de velocidad hacen que el eje se desplace hacia adelante y/o atrás.

En el montaje del turbocompresor se cuenta con dos anillos de empuje con un casquillo de separación entre ellos y van montados sobre el eje, así como a cada extremo del cojinete de empuje estacionario, **creándose de esta manera una película de lubricante** entre los cojinetes y anillos que son las que aguantan las cargas axiales.

Por otro lado, **los turbocompresores grandes generalmente llevan dos cojinetes radiales en vez de uno como los pequeños**, en ellos gira el eje. El aceite puede llegar a los cojinetes a través de sus extremos circulando hacia adentro y saliendo a través de un orificio dispuesto para el drenaje situado en el centro, o el lubricante pueda entrar por el centro y salir por los lados.

**En el funcionamiento de los cojinetes ellos giran en su alojamiento, por lo que deben estar lubricado por ambos lados**, el lubricante que proviene del motor llega al cuerpo de cojinetes a través de la parte inferior y, un número importante de pequeños conductos distribuyen al aceite hacia los cojinetes y sus alojamientos y luego hacia la parte inferior del cuerpo de cojinetes donde retorna al cárter.

La estanqueidad de los gases se logra en el cuerpo de cojinetes por medio de aros estacionarios, estos son bastante eficiente pese a la variación de presión en los cuerpos, es más incluso, cuando se crea vacíos por obstrucciones en el filtro de aire, estos aros no son engrasados por el lubricante.

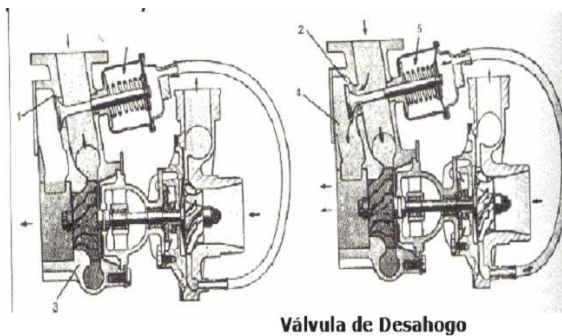
**En el lado de la turbina** el lubricante se mantiene aparte del aro de cierre gracias a la acción centrífuga del eje que lo lanza al drenaje. **En el lado del compresor**, el lubricante es dirigido por el deflector hacia la zona baja del cuerpo de cojinetes.

**Regulación de la presión de admisión:**

Cuando el vehículo está en sus distintos regímenes de giro, tiene diferentes necesidades que deben ser suplidas por el sistema de admisión. Dependiendo del rpm del motor será la necesidad de la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión, y así mismo, también mayor será la cantidad de gases de escape.

Sabiendo esto, podemos darnos cuenta de que el turbocompresor debe adaptarse automáticamente a las diferentes cargas del motor, de este modo, a las variaciones de carga del motor le corresponde una velocidad de funcionamiento de la turbina y el compresor que está bien determinada por el sistema de admisión.

**Válvula de desahogo:**



**Válvula de Desahogo**

Mientras el motor va cambiando la velocidad de giro, crece el flujo de salida de los gases de escape y la turbina aceleraría demasiado su funcionamiento sin utilidad alguna, ya que, no es necesario el aumento del par motor.

**Para evitar esto, los turbocompresores cuentan con una válvula reguladora o de descarga**, que se encarga de desahogar directamente a la atmósfera los gases de combustión. Esta válvula de descarga está gobernada de manera directa por medio de una cápsula manométrica que está sometida a la presión de entrada en el sistema de admisión.

**Cuando la válvula está cerrada** la presión de alimentación obedece al funcionamiento natural del turbocompresor y **cuando está abierta** la turbina queda sin funcionamiento, haciendo para parte de los gases en forma directa al tubo de escape, de esa manera la presión de sobrealimentación se limita. Naturalmente, el dosado de la bomba de inyección debe ajustarse según las presiones que puede permitir la válvula reguladora para cada momento.



## **Adaptación del equipo de inyección:**

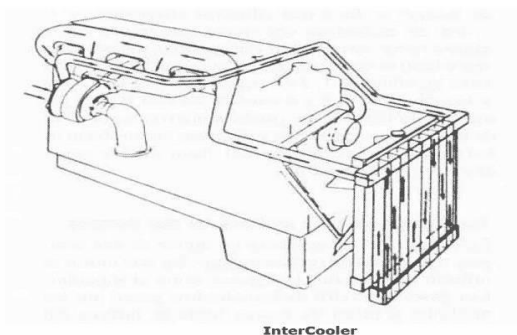
En el funcionamiento de un motor sobrealimentado, **el sistema equipo de inyección debe adaptarse a muchos casos**. El equipo no solo debe ser preciso en los momentos de aumentar el caudal de combustible, sino que también debe modificar la manera en que el caudal se introduce al cilindro, para de esa manera, lograr el mayor rendimiento y aprovechamiento de la sobrealimentación.

El caudal máximo de alimentación está determinado por la presión del aire suministrado por el compresor a un valor tal que, alcanzado éste, el motor proporciona su par máximo cuando la presión logra su valor nominal.

Sin embargo, en el caso de una aceleración, ese valor no es alcanzado instantáneamente, ya que, el turbocompresor normalmente puede retrasarse hasta un segundo para alcanzar su régimen de pleno rendimiento. **Debido a esto, si el caudal inyectado para ese momento** ya es el máximo, la combustión no se producirá completamente debido a la falta de aire, por lo que, se producirán emisiones de humos oscuros y desperdicios de combustible.

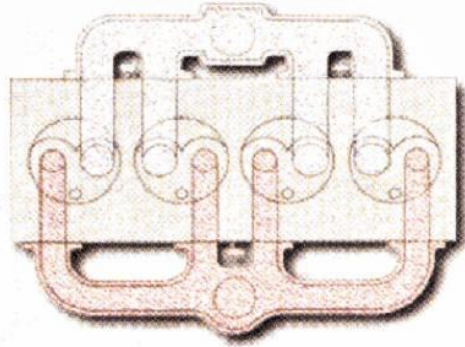
Para impedir esto, en los motores sobrealimentados el caudal máximo que puede suministrarse en cada instante por la bomba está controlado por medio de un dispositivo que es accionado por la presión de sobrealimentación. Como fue comentado, este dispositivo está formado por una capsula manométrica que tutela un tope móvil.

El tope mencionado actúa sobre el regulador de la bomba de inyección e impide que éste pueda suministrar su caudal máximo mientras que el turbocompresor no suministre su presión nominal de sobrealimentación.



La función de este dispositivo es la de enfriar el aire que viene del turbo para que tenga una mejor circulación, de esta manera se hace posible una mayor llegada de masa aire a las cámaras de combustión. Los hay de dos tipos, aire-agua y aire-aire.

### **Múltiple de admisión:**



**Múltiple de Admisión**

Este es un colector de aire que tiene una forma especial para poder compensar el orden de encendido y las distancias, en él, se alojan bujías de precalentamiento, que son en sí, resistencias para poder calentar el aire en frío que proviene del exterior.

**El colector de admisión permite que fluya el oxígeno que produce la combustión en el motor hacia las válvulas de admisión.**

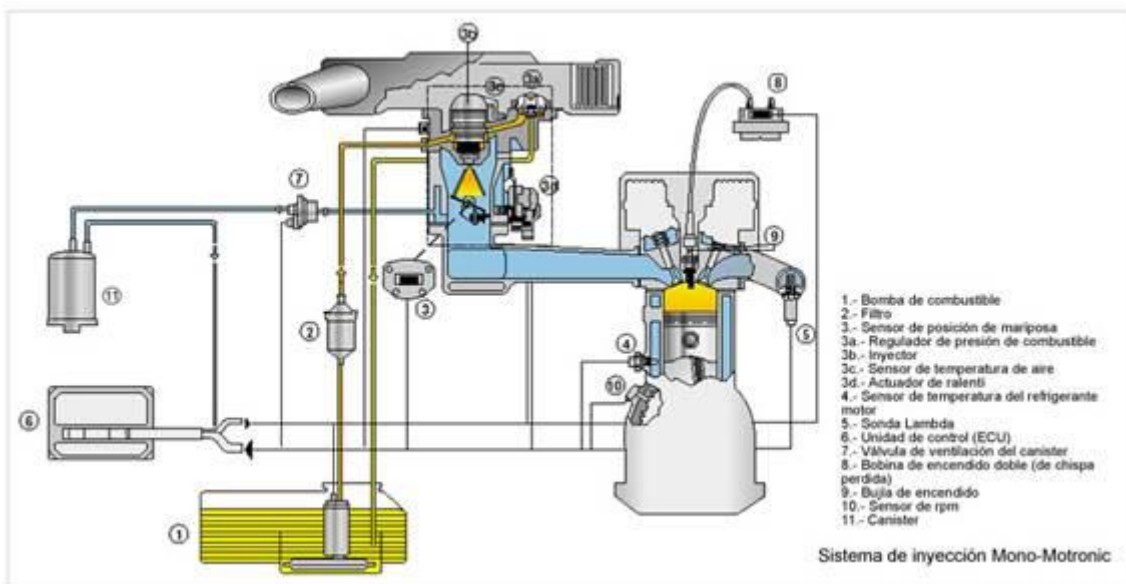
El colector de admisión es el conducto a través del cual accede el aire hacia las canalizaciones de la culata. El colector **se sujeta a la culata del motor por medio de unos pernos y su diseño condicionará la forma en la que se llenan los cilindros.** Generalmente suelen ser fabricados en aluminio o similares y también en materiales plásticos de considerable resistencia. A continuación, podréis ver un vídeo tutorial donde se explica el funcionamiento de este elemento:

Además, podremos diferenciar entre **dos tipos distintos de colectores de admisión: los colectores convencionales y los colectores de admisión variable**, aunque en la actualidad los más utilizados son los últimos.

### **Colectores de admisión convencionales:**

Los colectores de admisión convencionales no cuentan con la flexibilidad con la que están dotados los colectores de admisión variable, de modo que no se adapta igual de bien a los distintos regímenes del motor.

Así pues, los colectores de admisión convencionales **logran un par motor elevado con un bajo número de revoluciones o bien, una potencia elevada con un número de revoluciones también elevado**; pero no llega a combinar nunca estos dos beneficios. Por ello, se crea la necesidad de encontrar un sistema que sea igual de eficaz en todos y cada uno de los regímenes del motor: el colector de admisión variable.

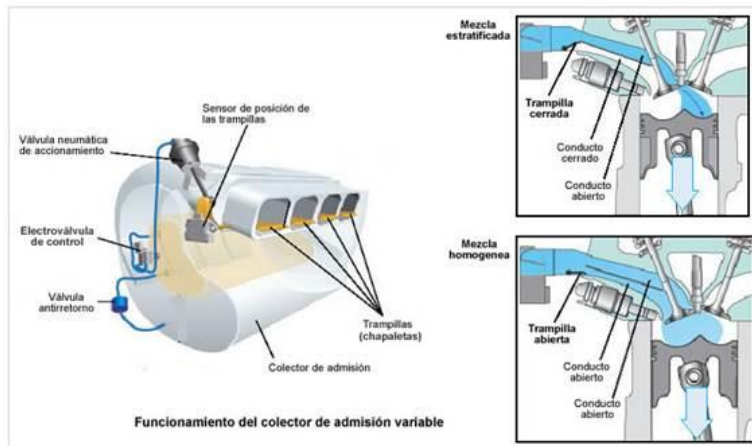


El sistema de colector convencional sí que **sigue empleándose en motores gasolina que cuentan con carburador o con sistema de inyección mono punto**, pues es imprescindible que la mezcla de gasolina y aire sea uniforme, además de que los tubos de los cilindros sean de igual longitud para cada uno de ellos.

Colectores de admisión variables:

La principal función de un sistema de admisión variable es la de **facilitar la entrada de aire a los cilindros en función del régimen al que esté funcionando el motor en ese preciso momento**, de forma que éste se adapte y logre aumentar sus prestaciones.

Por lo general, los sistemas variables de admisión **son empleados en motores de cuatro válvulas por cilindro**, de modo que se compensa la falta de par motor a un número bajo de revoluciones.



Estos sistemas son los **denominados de inyección multipunto** y en ellos la inyección del combustible se realiza por medio del tubo de admisión o en la cámara de combustión, en aquellos sistemas que utilizan la inyección directa, por delante de la válvula de admisión. Estos tubos de admisión tan solo transportan aire, de modo que el diseño de estos está configurado en base a mejorar esa admisión de aire.

Además, **el colector de admisión variable dispone de un sistema de aletas, también llamadas mariposas**, que se controla de forma electrónica y que es el encargado de canalizar el aire por el colector de admisión corto en regímenes bajos de potencia y por la sección larga cuando se circula a regímenes más elevados.

¿Por qué es tan importante el colector de admisión durante la conducción?

La presencia del colector de admisión es sumamente importante pues de él depende que nuestro coche no de tirones durante la marcha, que los consumos no sean excesivos y que no percibamos una disminución de la potencia.

## **ANEXO**

### **MARCO TEORICO**

(Bosch, 2017)

#### **Sistemas de inyección y de admisión en un vehículo**



#### **El sistema de admisión e inyección de un vehículo**

La inyección de combustible es un sistema de alimentación de motores de combustión interna, que reemplaza al carburador en los motores de explosión, que es el que usan prácticamente todos los automóviles europeos desde 1990, debido a la obligación de reducir las emisiones contaminantes y para que sea posible y duradero el uso del catalizador a través de un ajuste óptimo del factor lambda.

#### **Mejor rendimiento con más economía**

Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc.

El sistema de alimentación de combustible y formación de la mezcla complementa en los motores Otto al sistema de Encendido del motor, que es el que se encarga de desencadenar la combustión de la mezcla aire/combustible.

Este sistema es utilizado, obligatoriamente, en el ciclo del diésel desde siempre, puesto que el combustible tiene que ser inyectado dentro de la cámara en el momento de la combustión (aunque no siempre la cámara está sobre la cabeza del pistón).

En los motores de gasolina actualmente está desterrado el carburador en favor de la inyección, ya que permite una mejor dosificación del combustible y sobre todo desde la aplicación del mando electrónico por medio de un calculador que utiliza la información de diversos sensores colocados sobre el motor para manejar las distintas fases de funcionamiento, siempre obedeciendo las solicitudes del conductor en primer lugar y las normas de anticontaminación en un segundo lugar.

En un principio se usaba inyección mecánica pero actualmente la inyección electrónica es común incluso en motores diésel.

Los sistemas de inyección electrónica posibilitan:

- Menor contaminación;
- Mayor economía;
- Mejor rendimiento del motor;
- Arranques más rápidos;
- Dispensa utilización del estárter;
- Mejor aprovechamiento del combustible.

## **Los sistemas de inyección se dividen en:**

Inyección **multipunto y mono punto**: Para ahorrar costos a veces se utilizaba un solo inyector para todos los cilindros, o sea, mono punto, en vez de uno por cada cilindro, o multipunto. Actualmente, y debido a las normas de anticontaminación existentes en la gran mayoría de los países, la inyección mono punto ha caído en desuso.

**Directa e indirecta**. En los motores de gasolina es indirecta si se pulveriza el combustible en el colector o múltiple de admisión en vez de dentro de la cámara de combustión, o sea en el cilindro. En el diésel, en cambio, se denomina indirecta si se inyecta dentro de una precámara que se encuentra conectada a la cámara de combustión o cámara principal que usualmente en las inyecciones directas se encuentran dentro de las cabezas de los pistones.

Gracias a la electrónica de hoy en día, son indiscutibles las ventajas de la inyección electrónica. Es importante aclarar que en el presente todos los Calculadores Electrónicos de Inyección (mayormente conocidos como ECU "Engine Control Unit" o ECM "Engine Control Module") también manejan la parte del encendido del motor en el proceso de la combustión. Aparte de tener un mapa de inyección para todas las circunstancias de carga y régimen del motor, este sistema permite algunas técnicas como el corte del encendido en aceleración (para evitar que el motor se revolucione excesivamente), y el corte de la inyección al detener el vehículo con el motor, o desacelerar, para aumentar la retención, evitar el gasto innecesario de combustible y principalmente evitar la contaminación.

En los motores diésel el combustible debe estar más pulverizado porque se tiene que mezclar en un lapso menor y para que la combustión de este sea completa. En un motor de gasolina el combustible tiene toda la carrera de admisión y la de compresión para mezclarse; en cambio en un diésel, durante las carreras de admisión y compresión sólo hay aire en el cilindro. Cuando se llega al final de la compresión, el aire ha sido comprimido y por tanto tiene unas elevadas presión y temperatura, las que permiten que al inyectar el combustible éste pueda inflamarse. Debido a las altas presiones reinantes en la cámara de combustión se han diseñado entre otros sistemas, el Common-Rail y el

elemento bomba-inyector a fin de obtener mejores resultados en términos de rendimiento, economía de combustible y anticontaminación.

### **Principio de funcionamiento**

Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación señala a la unidad de comando la rotación del motor. En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor.

El medidor informa a la unidad de comando el volumen de aire admitido. La unidad de comando, a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada de mezcla.

Cuanto más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes. Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores.

### **Mapa de inyección**

El mapa de inyección de combustible de un automóvil a gasolina o diésel es una cartografía o varias, según la tecnología que equie al vehículo, en las cuales se encuentran gráficos en tres dimensiones (tres ejes x, y, z) y determinan los puntos de funcionamiento del motor, mientras que el que ejecuta y comprueba y controla todos estos datos es el calculador de inyección de combustible.

Una cartografía simple y característica de las primeras inyecciones de gasolina controladas electrónicamente es la que involucra los siguientes parámetros:

Parámetros fundamentales: presión o caudal de aire de admisión, como parámetro "x" y régimen motor como parámetro "y", dando como resultado un tiempo de inyección dado "z". Estos son los dos parámetros de base que definen lo que se llama carga motor.



En lo referente a las inyecciones diésel, la cartografía se basa en:

Parámetros fundamentales: Posición del pedal acelerador como parámetro "x", y Régimen motor como parámetro "y", dando como resultado una presión de inyección "z" combinada con un tiempo de inyección "ti". En este caso estamos hablando de un mapa de 4 dimensiones. Adicionalmente y para que se pueda producir el arranque es necesaria una tercera información, es Fase del motor para determinar a qué inyector le toca inyectar, de los dos cilindros que se encuentran paralelos en fase de fin de escape y fin de compresión respectivamente.

parámetros de corrección, siendo el más importante el de temperatura del motor. Este dato llega al calculador electrónico desde un sensor en la culata, y corrige el valor básico del tiempo de inyección calculado en la cartografía, aumentándolo tanto más cuanto más frío esté el motor. Su influencia es nula cuando el motor está a temperatura de funcionamiento.

Otro parámetro de corrección muy importante en los motores de gasolina es el de la posición de la mariposa, para corregir la mezcla al ralentí y a plena carga, así como detectar la rapidez de la aceleración y enriquecer la mezcla en consecuencia. Este dato proviene de otro sensor, el potenciómetro de mariposa.

Por último y en los últimos años en que se ha impuesto el catalizador está la sonda de oxígeno o sonda lambda, que corrige permanentemente el tiempo de inyección en un margen muy estrecho, para obtener el máximo rendimiento del catalizador.

Los actuales calculadores de inyección electrónicos, para motores tanto Diésel como gasolina, poseen amplias y variadas cartografías de funcionamiento para cada etapa del motor, inclusive existen cartografías especialmente diseñadas para funcionar en caso de detección de fallo de un elemento del sistema de inyección, permitiendo al conductor acercarse al concesionario o taller más cercano con la tranquilidad de que no le sucederá nada perjudicial al motor. Por ejemplo, den los motores de gasolina, la ausencia de señal o desviación excesiva de la misma en el parámetro "caudal o presión de aire de admisión" permite ser sustituida por el sensor de posición de mariposa.

La señal de régimen motor, esencial para la sincronización, no permite ser sustituida una vez que desaparece. El motor se detiene.

### ¿Qué son sensores?

Son componentes que están instalados en varios puntos del motor y sirven para enviar informaciones a la unidad de comando (señales de entrada).

Ej.: sensor de temperatura, rotación, etc.

### ¿Qué son actuadores?

Son componentes que reciben informaciones de la unidad de comando y actúan en el sistema de inyección, variando el volumen de combustible que el motor recibe, corrigiendo el punto de encendido, ralentí, etc.

Ej.: actuador de ralentí, válvulas de inyección, etc.

Los sistemas de inyección pueden ser de dos tipos: Multipunto (LE-Jetronic y Motronic) y Monopunto (Mono Motronic).

### Carburación o inyección

El sistema de **carburación** ha sido durante años el sistema por excelencia en los motores de gasolina. Se trata de un sistema mecánico que **no requiere la gestión de una centralita**, pues prepara la **mezcla de aire-combustible en la propia admisión**. Cuando entra el aire en la admisión y cruza el sistema de carburación, funciona del mismo modo que un **pulverizador** de pintura. Cuanto más aire entra, mayor es la fuerza que empuja el combustible. Es un sistema antiguo pero que, en el fondo, **nunca falla**. Aunque no es nada eficiente.

La carburación se vio superada por el sistema actual por excelencia, la **inyección** de combustible. Un sistema que inyecta el combustible **directamente en la cámara de**

**combustión**, o en el caso de la mayoría del diésel, en la precámara de combustión (ubicada en la culata).



Por cierto. Los sistemas de carburación tan solo se usaban con los motores de gasolina. En los diésel no se pueden usar, porque no pueden funcionar con el flujo de combustible en la admisión. Por lo que utilizan un sistema de inyección, desarrollando el flujo en la precámara, de tal manera que, cuando entre el diésel en la zona, pueda llevar a cabo su trabajo.

### **Ventajas de los sistemas de inyección**



### **Consumo eficiente**

A diferencia del sistema de carburación, los inyectores van **regulados por la centralita** normalmente (aunque veremos que hay otras formas). La ventaja es que, en el motor, hay momentos en los que la entrada de aire no coincide con el flujo de gasolina. La carburación se regula mediante la presión del aire, pero a bajas revoluciones no es necesario tanto volumen de combustible. Si sumamos todas esos momentos en los que se derrocha gasolina, el ahorro es considerable.

### **Mayor rendimiento**

Otro de los problemas de la carburación, aunque sea reconocido como un sistema de competición es que, en el fondo, el **rendimiento no es del todo bueno**. Básicamente, la gasolina se introduce en los cilindros a chorro, es decir, **no cubre toda la superficie** por igual. La inyección permite cubrir todas las zonas de la cámara interna, donde van alojados los cilindros, consiguiendo así una explosión armónica. En definitiva, esto consigue aumentar el par motor.

### **Menos contaminación**

Los gases que expulsan los motores de inyección son menos contaminantes. Al suministrarse la gasolina en **proporciones adecuadas**, los gases son más refinados y controlados. De ahí viene la típica expresión de “va rico en gasolina”. Si el lector tiene la oportunidad de ver un coche de carburación, los **olores del escape** a veces van algo cargados y es exactamente ese el principio por el que se rige dicho comentario.

### **Mejora el arranque y el calentamiento del motor**

Por último, pero no menos importante, los motores de inyección logran incrementar antes la **temperatura del motor** gracias al correcto suministro de combustible. Los motores de carburación al distribuir desde el momento de arranque, grandes cantidades de gasolina no consiguen un **arranque rápido**, pues no cubren bien todas las superficies desde el principio y, además, el **ralentí es muy inestable**. Y cuando un motor va a tirones, necesitará mucho tiempo para alcanzar su temperatura adecuada de funcionamiento.

Qué sistemas de inyección hay en el mercado

### 1. Ubicación de los inyectores



Básicamente, existen **dos maneras de colocar los inyectores**, que son las más usadas:

#### **Inyección directa**

Este sistema inyecta directamente el combustible en la cámara de combustión. Generalmente, estos inyectores van ubicados en la parte más próxima al bloque del motor, en la zona final de los colectores de admisión. De esta forma entra directamente en la cámara del bloque y es ahí, donde se mezcla la gasolina con el aire. Hoy en día, es el método más usado.

#### **Inyección indirecta**

Este sistema ubica los inyectores (no suelen ser más de dos) en el propio colector de admisión. Es importante no confundirlo con el sistema de carburación que, aunque también va alojado en la admisión, no incorpora ningún inyector. Por tanto, el inyector actúa en contacto directo con el aire y entra al bloque en forma de mezcla. Este tipo de sistemas no se usa demasiado en la actualidad, aunque si lo incorporan los **motores de baja cilindrada** como por ejemplo en el Peugeot 108.

## **2. Número de inyectores**

Este apartado va estrechamente relacionado con la ubicación de inyectores, pero muestra alguna diferencia.

### **Inyección mono punto**

La inyección mono punto, hace referencia a los sistemas que utilizan **un solo inyector**. Obviamente, siempre va ubicado en el colector de admisión, pues no puede inyectar directamente en la cámara, porque se necesitaría un inyector por cada cilindro. En resumen, es un sistema de inyección indirecta como el que acabamos de explicar.

### **Inyección multipunto**

En este caso, la inyección multipunto tiene **tantos inyectores como cilindros**. La gran diferencia, reside en que la inyección del combustible puede ser tanto directa como indirecta. Pudiéndose ubicar en la parte final de colector de admisión, para que el flujo vaya directo a la cámara del motor, o colocarse en los colectores de admisión en una zona próxima, en la que se mezcle con el aire antes de entrar en la zona interior donde están los cilindros. Este sistema lo incorporan la mayoría de los vehículos de gama media y alta. Se trata de la opción de inyección directa la más popular.

## **3. Según las veces que inyecten**



En este apartado, volvemos a segmentar los inyectores, pero en este caso según el número de veces que suministren el combustible. Por lo que los sistemas de inyección de combustible son los siguientes:

### **Inyección continua**

Como su propio nombre indica, el suministro de combustible se hace **sin pausas** Solamente se regula el flujo, pero la inyección es constante. Es decir, aunque esté a ralentí el motor, se inyecta una pequeña dosis de combustible.

### **Inyección intermitente**

Este sistema es totalmente electrónico. Funciona en base a las órdenes de la centralita. Los inyectores trabajan de forma intermitente, pero, a diferencia de la inyección continua, **puede parar de suministraren** caso de que el motor no lo requiera. Es el sistema más usado y, a su vez, se divide en tres tipos:

#### **1. Secuencial**

La inyección intermitente secuencial, inyecta combustible a **cada cilindro por separado**, mediante un control exhaustivo por parte de la centralita, apelando así a la pura eficiencia.

#### **2. Semisequencial**

Al igual que la inyección secuencial, la semisequencial sigue el mismo principio, pero en este caso se hace **de dos en dos**. Es decir, es un motor de cuatro cilindros, suministra el

combustible primero a los cilindros uno y dos, seguido de una inyección en los cilindros tres y cuatro (las combinaciones pueden ser variadas).

### 3. Simultánea

Este último sistema intermitente, es usado en los motores más potentes por norma general. Utilizando las ventajas del sistema intermitente, en este caso, la inyección se realiza **sobre todos los cilindros al mismo tiempo**. No se separan, sino que cuando la centralita da la orden de que el motor necesita combustible, estos simplemente esparcen el flujo por todos los cilindros.

### 4. Mecanismos de inyección

#### Sistema de inyección mecánica

El sistema de inyección mecánico apareció en **1932** para motores de la **aviación**, pero no llegaron a los vehículos hasta el año **1945**. Un sistema que carece de electrónica al igual que el carburador. Los inyectores **trabajan mediante la presión** sometida por parte de un **dosificador**, una especie de distribuidor que reparte la gasolina por los inyectores que distribuyen la gasolina de forma simultánea, determinado por el caudalímetro.

Hoy en día no se suele utilizar, ya que no es tan eficiente como un sistema electrónico.

#### Sistemas de inyección electrónica

El primer sistema de inyección electrónica se comercializó en **1967**, con el **D-Jetronic** de Bosch. A lo largo de los años, este lanzamiento supuso la culminación de los sistemas de inyección. Se han seguido desarrollando hasta conseguir la más pura eficiencia. A diferencia de los sistemas **KE-Jetronic**, un híbrido entre un sistema mecánico y eléctrico, este aprovecha la tecnología al máximo para distribuir correctamente en combustible en el momento adecuado. Es por ello por lo que los sistemas de la actualidad se basan en este sistema.

#### Diferencias entre la carburación y la inyección



En los motores de gasolina, la mezcla se prepara utilizando un carburador o un equipo de inyección. Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, medio mecánico. 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. También permite la supresión del carburador; 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, la percolación, las inercias de la gasolina.

## **Ventajas de la inyección**

### **Consumo reducido**

Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

### **Mayor potencia**

La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

## **Gases de escape menos contaminantes**

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

## **Arranque en frío y fase de calentamiento**

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

**Clasificación de los sistemas de inyección. Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:**

1. Según el lugar donde inyectan.
2. Según el número de inyectores.
3. Según el número de inyecciones.
4. Según las características de funcionamiento.

## **Inyección gasolina**

Hace, alrededor de unos 30 años, los motores de gasolina normales, no de altas prestaciones, **utilizaban lo que llamamos carburador para realizar la mezcla gasolina-aire** dentro de la cámara de combustión.

**Los carburadores han llegado a un nivel de desarrollo muy alto**, pero con la llegada de la electrónica, se ha podido superar las prestaciones de los carburadores, teniendo como contrapartida el aumento de los costes de adquisición y mantenimiento. Por todo

esto, este sistema se utilizaba en vehículos de competición, como, por ejemplo, **la NASCAR, ha seguido utilizando motores con carburador hasta hace bien poco.**

Con la entrada en vigor de las nuevas normativas anticontaminación, mucho más estrictas, los carburadores han quedado muy limitados, por lo que los sistemas de inyección han tenido que sustituirlos, ya que son mucho más precisos y con capacidad de controlar su funcionamiento de acuerdo con los diferentes parámetros del motor.

Como primera clasificación, encontramos sistemas de mando mecánico y electrónico. La inyección mecánica, se gestiona y regula por medio de señales de entrada-salida mecánicas (energía cinética del aire de admisión, presión de gasolina), mientras que, en la inyección electrónica, sus señales primarias son transformadas en señales eléctricas que se utilizarán para el cálculo de las señales de salida. **En la actualidad, los sistemas mecánicos, están asistidos por medio de electrónica.**

Para que os hagáis una idea, su funcionamiento comienza en el depósito de gasolina, desde donde se extrae el combustible por medio de una bomba eléctrica. **Éste pasa a través de un filtro hasta las galerías, donde la presión se estabiliza mediante un regulador.**

Desde la galería principal se alimenta tanto a los inyectores de los cilindros como el inyector de arranque en frío. **La cantidad de gasolina inyectada depende de la masa de aire aspirado por el motor,** la cual, se mide con el caudalímetro de trampilla y una sonda de temperatura que informan a la unidad de control. **Ésta última, calcula el tiempo que deben estar abiertos los inyectores en cada ciclo del motor, así como la frecuencia de apertura** de estos en función de la velocidad del motor.

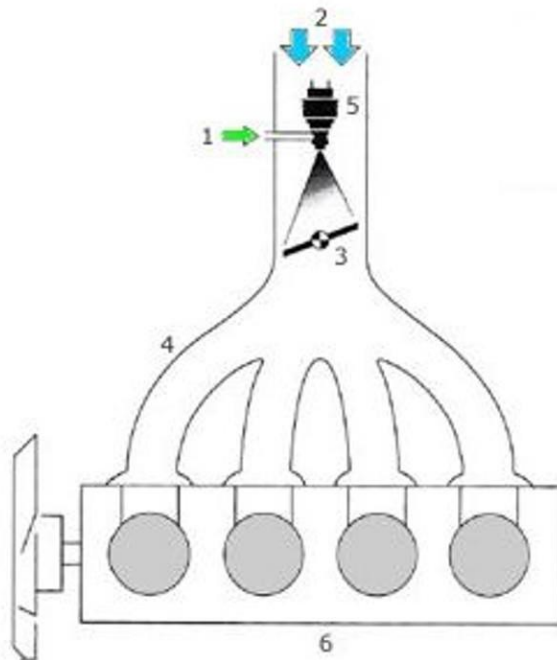
En la imagen de más abajo, podemos ver también la mariposa del acelerador, cuya posición de apertura o cierre lo lee el interruptor de mariposa. **Éste último nos permite cortar la inyección del combustible en las retenciones del motor,** para disminuir el consumo y las emisiones contaminantes.

Durante el arranque en frío, la válvula adicional de aire temporizada permanece abierta un tiempo determinado para acelerar el ralentí.



Este sistema utiliza sólo un inyector, como sustituto del carburador, para la alimentación de combustible. La alimentación se realiza a través de un conducto común para todos los cilindros.

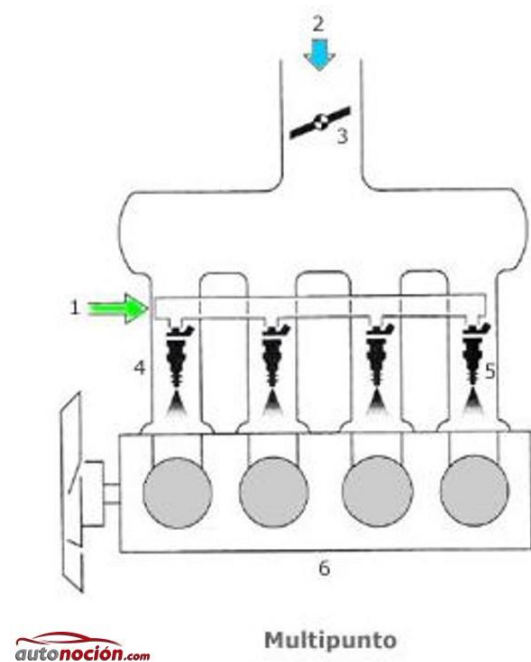
En este caso, **el suministro de combustible es continuo y se regula por la presión de la inyección**. Se trata de un sistema, que, siendo más económico que la inyección multipunto (la vemos a continuación), es mucho **más precisa y permite más posibilidades que le carburador**. Esta tecnología la hemos podido ver en vehículos pequeños, hasta hace unos pocos años, ya que hoy día, se ha sustituido por sistemas de inyección más eficientes.



### Inyección multipunto

esta tecnología tiene una diferencia básica con respecto a la inyección mono punto: **La introducción de un inyector en cada cilindro, en vez de un solo inyector para todos los cilindros**. Además, está colocado en el colector de admisión, muy cerquita de la válvula, dirigiendo hacia la misma el chorro de combustible. Lo vamos a encontrar tanto

en inyección indirecta como inyección directa (motores GDi de Mitsubishi o Ide de Renault).



A su vez, este sistema se divide en diferentes configuraciones, dependiendo del modo de inyección que aplicaremos al combustible. Por lo que vamos a encontrar la siguiente clasificación:

### **Inyección continua**

**La cantidad de combustible se regula por la presión de suministro del inyector.** Éste es de tipo mecánico, donde, su posición de reposo se produce por una aguja obligada por un muelle contra su asiento y la tobera de salida. **El desplazamiento de la aguja se produce por presión.**

El hecho de que la inyección sea continua implica que se **va a estar inyectando combustible incluso con la válvula de admisión cerrada**, acumulándose la gasolina en la pipa hasta que abre la válvula.

### **Inyección intermitente:**

Este sistema inyecta una vez cada ciclo. La apertura de los inyectores está gestionada por medio de una señal eléctrica. El levantamiento de la aguja del inyector se realiza por electromagnetismo.

### **Inyección simultánea:**

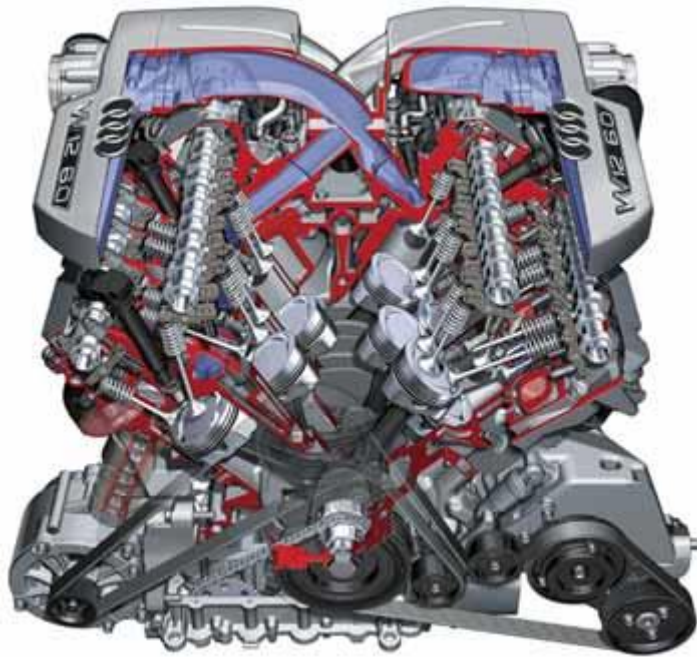
Se basa en una **modificación de la inyección intermitente**, donde, **el combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez**, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

### **Inyección secuencial:**

en esta ocasión, **cada inyector suministra el combustible a su cilindro durante la fase de admisión**, aprovechando el flujo de aire para generar una mezcla más homogénea, mejorando el proceso de combustión.

Como sistema de uso más moderno, **encontramos los sistemas integrados de inyección y encendido**, donde una unidad de control gestiona tanto la inyección como el encendido eléctrico del motor.

### **Sistemas de inyección**



En los motores que empleen **sistemas de inyección** existen **diversas clasificaciones**, que son realizadas teniendo en cuenta diversos factores fundamentales.

Es así como para poder clasificar cada inyección debemos tener en cuenta la **cantidad de inyectores** en el sistema, su **ubicación**, la **sincronización** de la inyección y el **sistema que acciona** a cada uno de éstos.

### **Sistemas de inyección según la cantidad de inyectores**



En primer lugar, de acuerdo con la primera clasificación, es que surgen entonces los sistemas de **inyección multipunto o mono punto**.



- En cuanto a los sistemas **Mono punto**, como su nombre nos parece indicar, solamente encontramos un inyector, que ocupa **un rol similar al que tenían los carburadores** en los motores antiguos.
- Un sistema **Multipunto**, en cambio, emplea un inyector para cada cilindro del motor, siendo entonces la cantidad de inyectores **directamente proporcional a la cantidad de cilindros**.

### **Sistemas de inyección según la ubicación**

Tal como habíamos mencionado al principio, existen criterios de clasificación de acuerdo con la **ubicación de los inyectores**, independientemente de la cantidad (clasificación que desarrollamos en el punto anterior)

En esta clasificación, debemos mencionar dos tipos de ubicaciones, bajo el nombre de **directa o indirecta**.

- En la **inyección directa**, los inyectores están en contacto con la cámara de combustión, siendo un sistema actualmente obsoleto o muy poco utilizado, ya que las **altas temperaturas** alcanzadas allí tienden a **dañar el sistema frecuentemente**.
- La **inyección indirecta**, por otro lado, emplea a los inyectores conectados al **colector de admisión**, en conjunto a la **válvula de admisión**, y plantea la misma utilidad reduciendo notablemente los riesgos de fallas.

### **Sistemas de inyectores según la sincronización de la inyección**

Por último, nos toca desarrollar la clasificación **de acuerdo con el funcionamiento del sistema**.

Pero también existe la **inyección intermitente** de combustible, controlado por intervalos utilizando una **unidad central de mando**.

En este último tipo encontramos tres subclasificaciones posibles: **simultánea, secuencial y semi-secuencial**, cada una con un funcionamiento diferente.

- En la **inyección simultánea**, el combustible es inyectado al mismo tiempo en todos los inyectores, los cuales inician o detienen su **funcionamiento al unísono** si la unidad central lo requiere.
- En la inyección **secuencial**, la inyección es sincronizada junto a la apertura de la válvula de admisión, aunque cada inyector **actúa en diferentes tiempos**.
- En la inyección **semi-secuencial**, los inyectores expulsan el combustible de a pares.

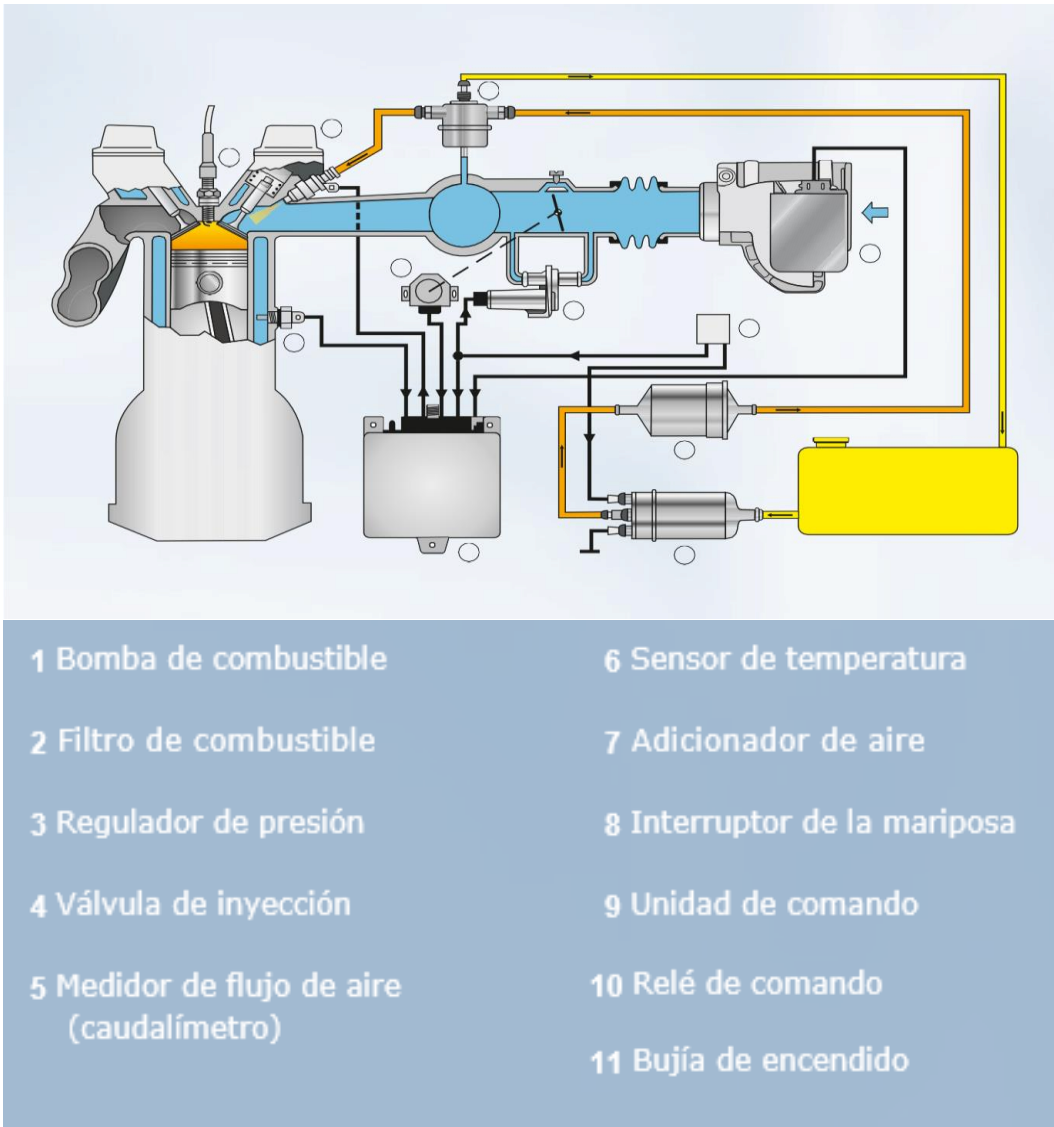
### **Sistema LE-Jetronic**

El sistema LE-Jetronic es comandado electrónicamente y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión. Su función es suministrar el volumen exacto para los distintos regímenes de revoluciones.

La unidad de comando recibe muchas señales de entrada, que llegan de los distintos sensores que envían informaciones de las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor.

La unidad de comando compara las informaciones recibidas y determina el volumen adecuado de combustible para cada situación. La cantidad de combustible que la unidad de comando determina, sale por las válvulas de inyección. Las válvulas reciben una señal eléctrica, también conocida por tiempo de inyección (TI). En el sistema LE-Jetronic las válvulas de inyección pulverizan el combustible simultáneamente. En ese sistema la unidad de comando controla solamente el sistema de combustible.

El sistema LE-Jetronic es analógico. Por esa característica no posee memoria para guardar posibles averías que puedan ocurrir. No posee indicación de averías en el tablero del vehículo para el sistema de inyección.



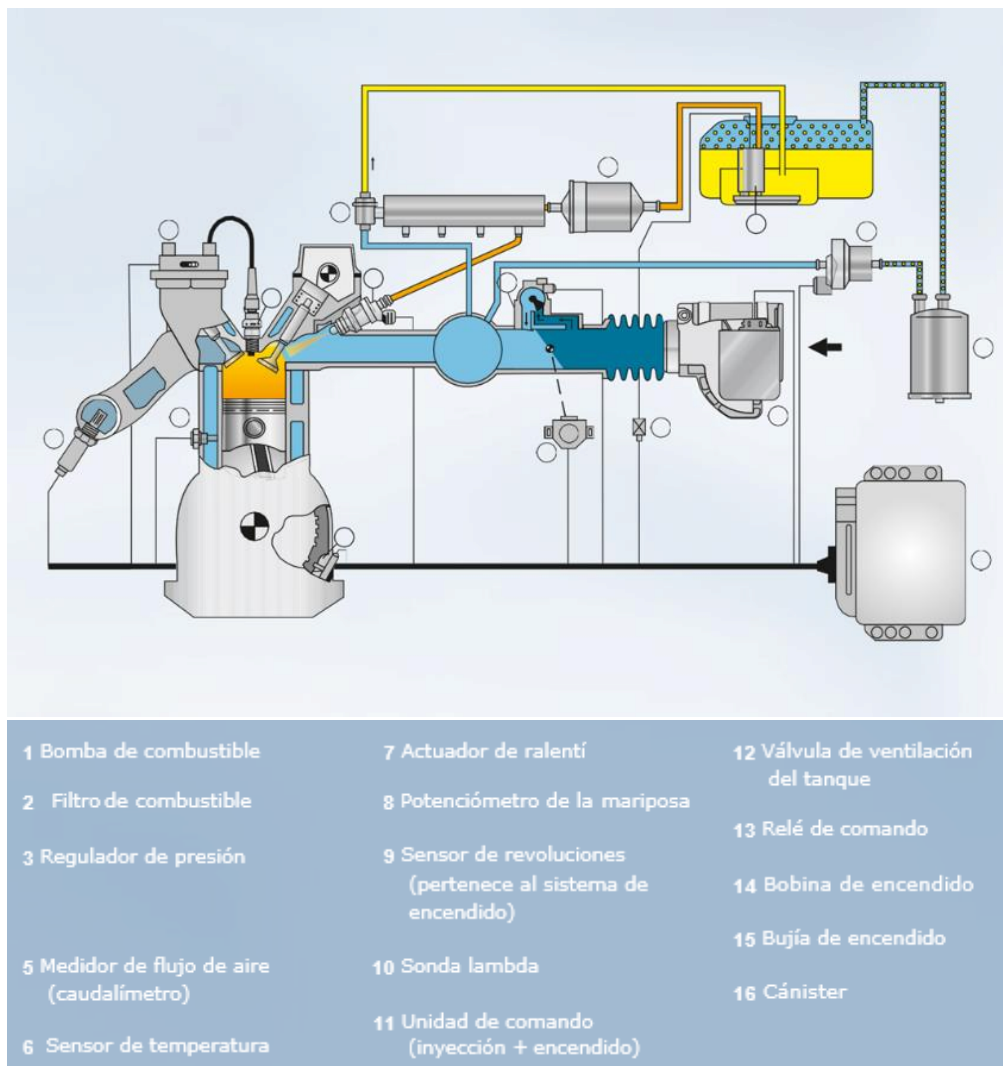
## Sistema Motronic

El sistema Motronic también es un sistema multipunto. Diferentemente del sistema LE-Jetronic, el Motronic trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido.

Posee sonda lambda en el sistema de inyección, que está instalada en el tubo de escape. El sistema Motronic es digital, posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero (algunos modelos).

En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento del encendido (chispa) se hace por un sensor de revoluciones instalado en el volante del motor (rueda con dientes). En el Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como válvula del cánister, que sirve para reaprovechar los vapores del combustible, que

son altamente peligrosos, contribuyendo de esa forma para la reducción de la contaminación, que es la principal ventaja de la inyección.



### Sistema Mono Motronic

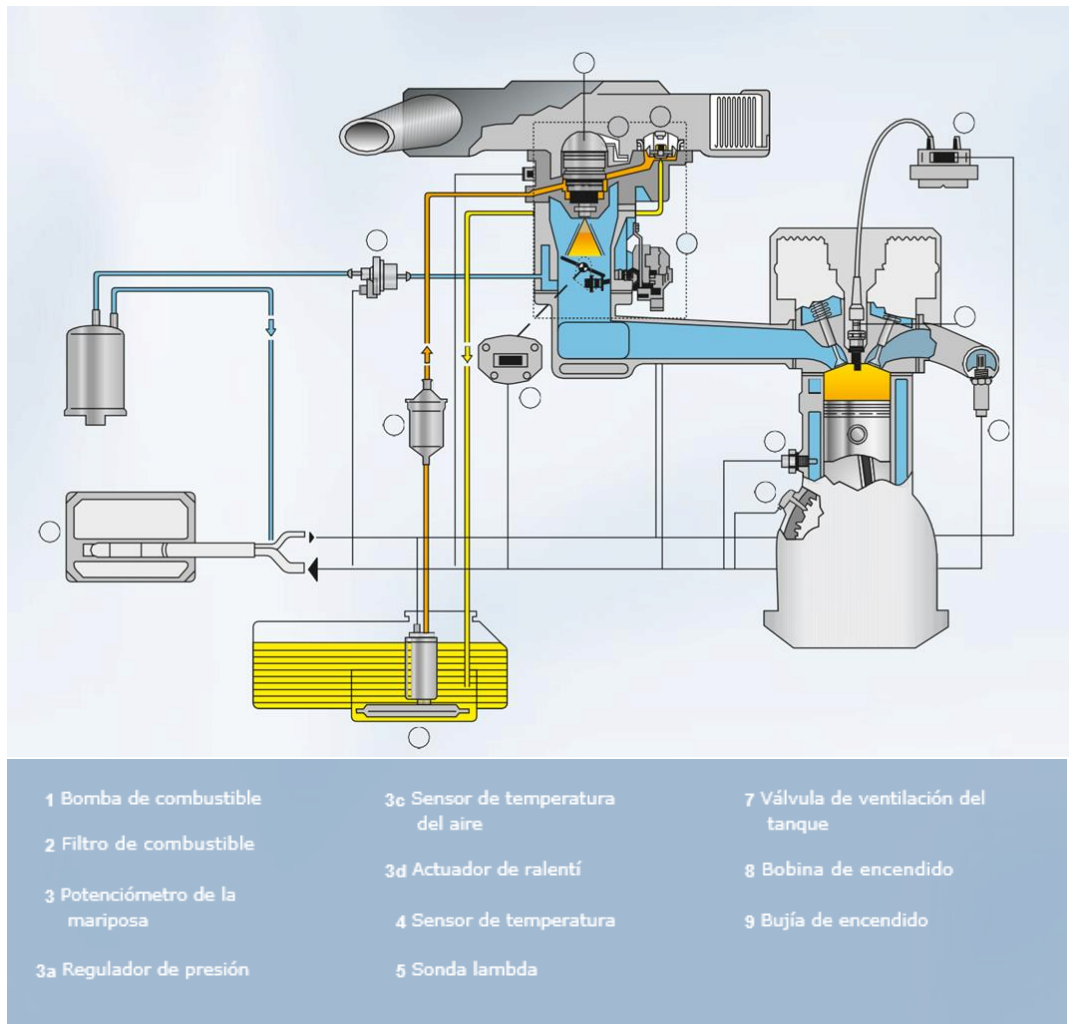
La principal diferencia del sistema Motronic es utilizar una sola válvula para todos los cilindros.

La válvula está instalada en el cuerpo de la mariposa (pieza parecida con un carburador).

El cuerpo de la mariposa integra otros componentes, que en el sistema Motronic están en diferentes puntos del vehículo, ej.: actuador de ralentí, potenciómetro de la mariposa y otros más.

En el sistema Mono Motronic el sistema de encendido también se controla por la unidad de comando.

Los sistemas Motronic y Mono Motronic son muy parecidos, con respecto a su funcionamiento, la diferencia es la cantidad de válvulas de inyección.

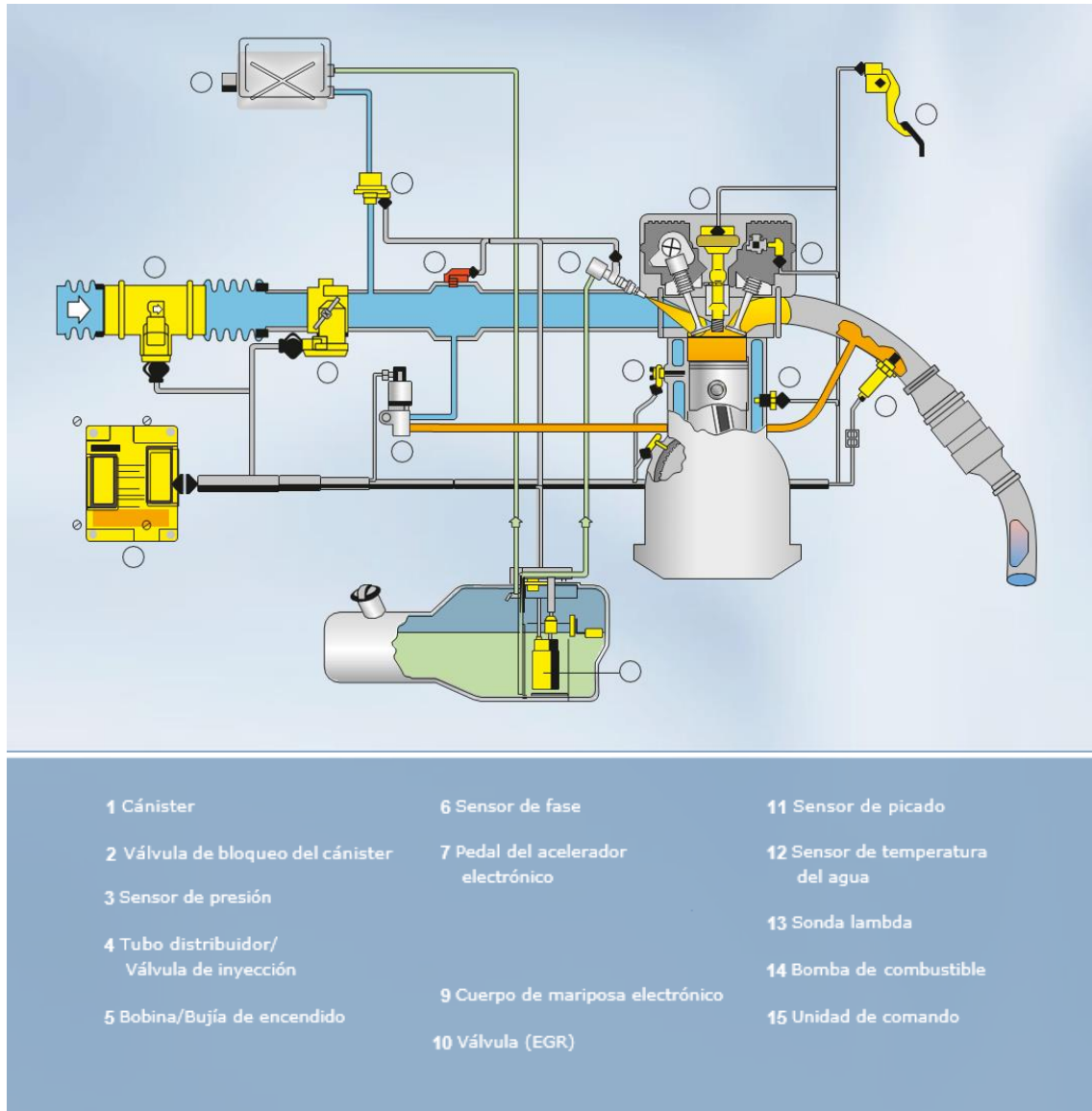


### Sistema Motronic ME 7

Mariposa con comando electrónico de aceleración; administración del motor basada en torque y a través de este son ajustados los parámetros y funciones del sistema de inyección y encendido.

El deseo del conductor se capta a través del pedal del acelerador electrónico. La unidad de mando determina el torque que se necesita y a través de análisis del régimen de funcionamiento del motor y de las exigencias de los demás accesorios como aire acondicionado, control de tracción, sistemas de frenos ABS, ventilador del radiador y otros más, se define la estrategia de torque, resultando en el momento exacto del encendido, volumen de combustible y apertura de la mariposa.

Estructura modular de software y hardware, proporcionando configuraciones específicas para cada motor y vehículo; comando electrónico de la mariposa, proporcionando mayor precisión, reduciendo el consumo de combustible y mejorando la conducción; sistema basado en torque proporciona mayor integración con los demás sistemas del vehículo; sistema con duplicidad de sensores, garantiza total seguridad de funcionamiento.



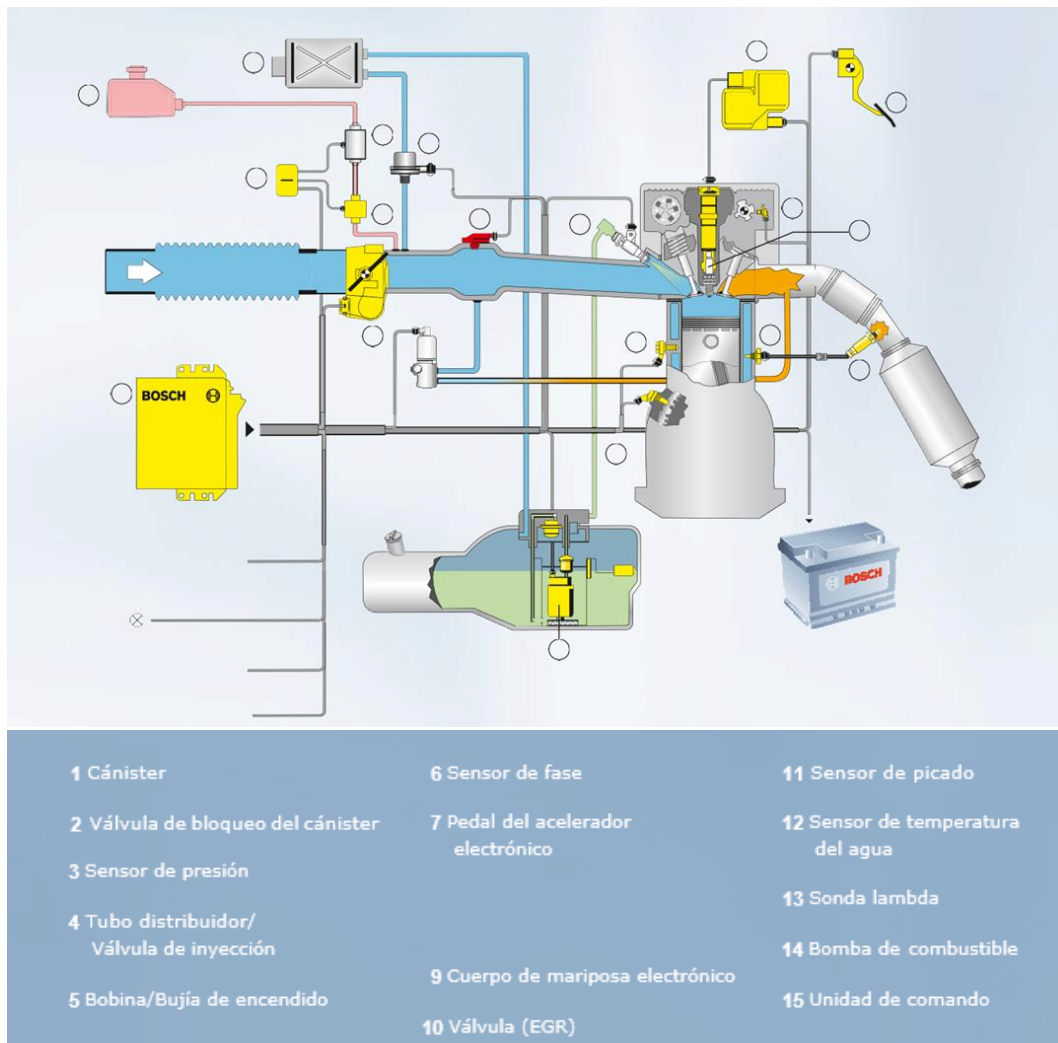
## Sistema Flex Fuel

El sistema Flex Fuel Bosch es capaz de reconocer y adaptar, automáticamente, las funciones de administración del motor para cualquier proporción de mezcla de alcohol y de gasolina que esté en el tanque.

La identificación de la mezcla se hace por el sensor de oxígeno (también conocido como sonda lambda).

Él informa continuamente al módulo de comando sobre la cantidad de oxígeno presente en el tubo de escape y, por lo tanto, cuanto de alcohol el sistema debe considerar como presente en el combustible.

A partir de esa identificación, al lado del deseo expreso por el conductor a través del acelerador, el software de la unidad de comando realiza una comparación con los puntos ideales mapeados. De esa forma, él determina cómo los distintos componentes del sistema deben portarse para generar el desempeño esperado teniendo los menores índices posibles de consumo y emisión de contaminantes.



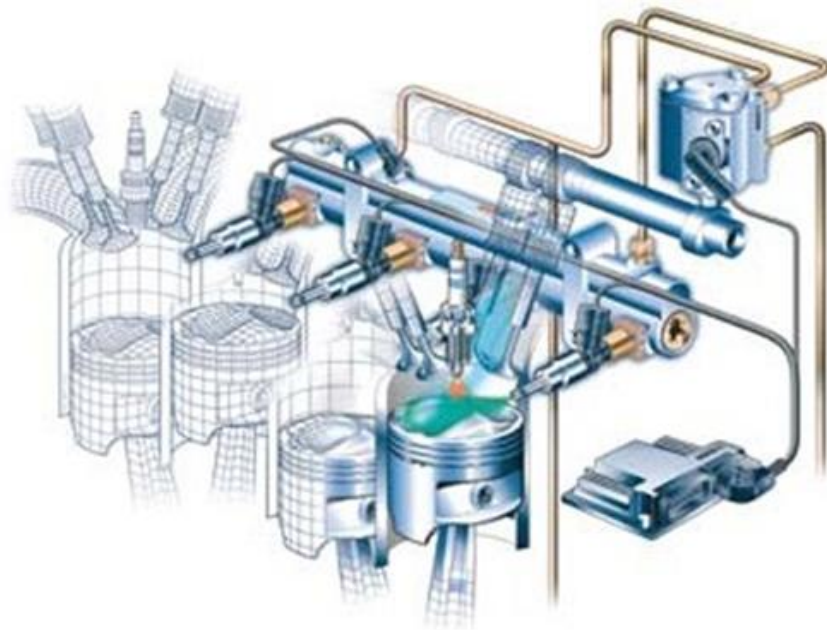
## Inyección directa de gasolina

Hasta el lanzamiento del sistema de inyección electrónica MED, la mezcla de aire y combustible era generada en el tubo de aspiración. La búsqueda por nuevas posibilidades para mejorar todavía más la inyección originó una nueva técnica: la inyección directa de

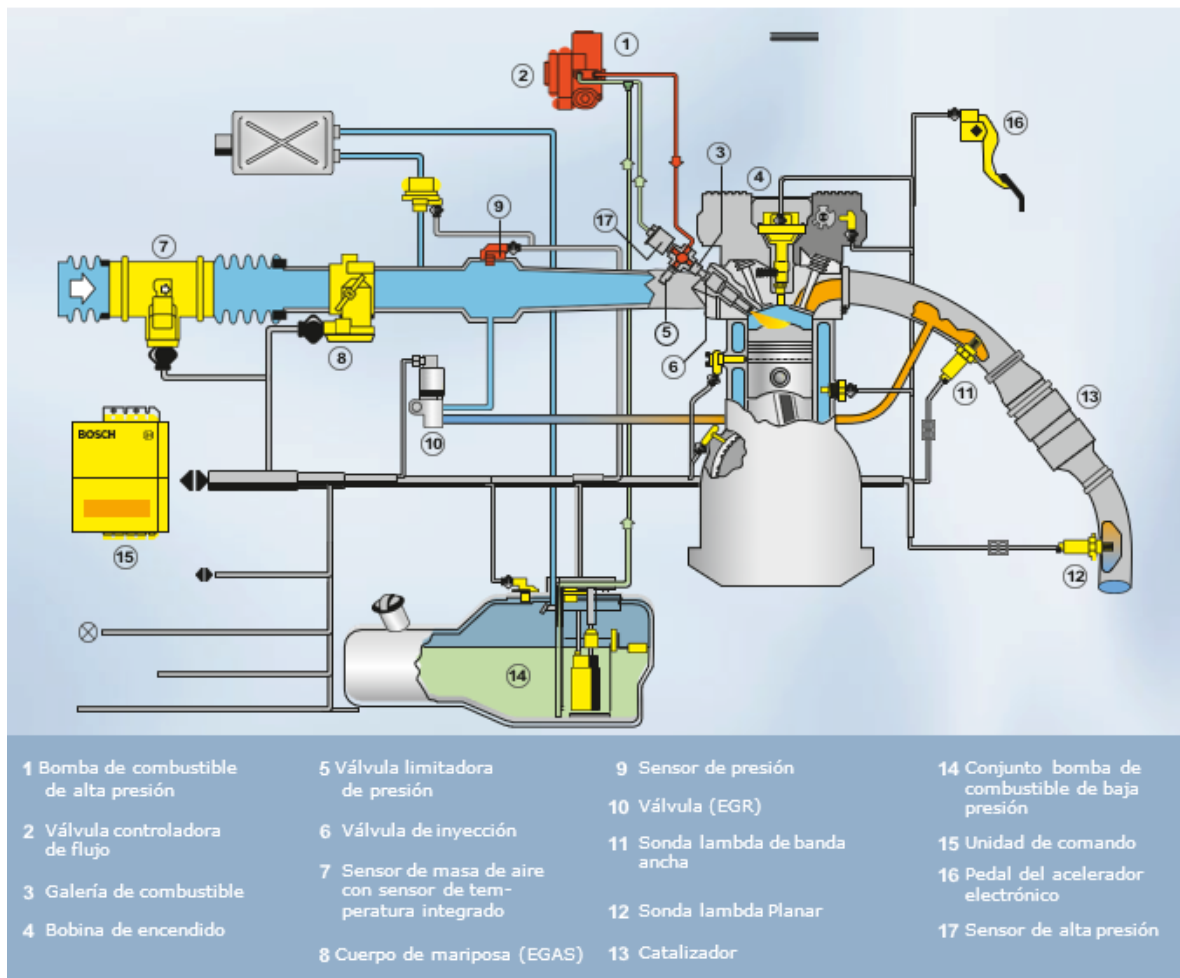
gasolina con regulación electrónica Motronic MED7 una nueva generación con una reducción de consumo de hasta un 15%.

Con el MED7, el motor trabaja de forma económica en ralentí o en situaciones de denso tránsito urbano: gracias a la carga escalonada, el motor puede trabajar con una mezcla extremadamente pobre y, por lo tanto, con consumo reducido.

Cuando se necesita la potencia completa, el MED7 inyecta la gasolina de forma que sea generada una mezcla homogénea. El motor de inyección directa es más económico que los motores convencionales incluso en este modo de funcionamiento.







## ANEXO

### MARCO TEÓRICO

(Partes, s.f.)

#### Componentes del sistema electro/electrónico

##### Introducción:

Unidad de comando

Es el cerebro del sistema. Es ella que determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado, con base en las informaciones que recibe de los sensores del sistema.

De esta forma la cantidad de combustible que el motor recibe se determina por la unidad de comando, por medio del tiempo de apertura de las válvulas, también conocido por tiempo de inyección.

##### Desarrollo:



### **Las señales enviadas por los sensores a la unidad de comando son:**

- Medidor de flujo de aire (cantidad y temperatura del aire aspirado por el motor)
- Potenciómetro de la mariposa de aceleración
- Sensor de temperatura del motor
- Revoluciones del motor
- Señal de arranque
- Señal del sensor de oxígeno

### **Cuidados:**

- No retirar o colocar el enchufe (conector) de la unidad de comando con la llave de encendido prendida.
- No desconectar la batería con el motor funcionando.
- Retirar la unidad de comando cuando el vehículo entre a una estufa de pintura (temperatura superior a 80 °C).
- En caso de reparación con soldadura eléctrica, desconectar la batería, la unidad de comando y el alternador.

### **Medidor de flujo de aire**

Su función es informar a la unidad de comando, la cantidad y temperatura del aire admitido, para que las in- formaciones modifiquen la cantidad de combustible pulverizada.

La medición de la cantidad de aire admitida tiene como base la fuerza producida por el flujo de aire aspirado, que actúa sobre la palanca sensor a del medidor, contra la fuerza de un resorte.

Un potenciómetro transforma las distintas posiciones de la palanca sensor en una tensión eléctrica, que se envía como señal para la unidad de comando.

Instalado en la carcasa del medidor, se encuentra también un sensor de temperatura del aire, que informa a la unidad de comando la temperatura del aire admitido, para que esta información también pueda influir en la cantidad de combustible inyectada.

Es un componente de poco desgaste, pero puede dañarse si hay penetración de agua en el circuito. No hay repuestos, en caso de avería se reemplaza completo.



### **Medidor de masa de aire**

El medidor de masa de aire está instalado entre el filtro de aire y la mariposa, y mide la corriente de masa de aire aspirado.

También por esa información, la unidad de comando determina el exacto volumen de combustible para las diferentes condiciones de funcionamiento del motor.



### **Interruptor de la mariposa de aceleración**

El interruptor está fijado en el cuerpo de la mariposa y se acciona por el eje de aceleración. Posee dos posiciones: de carga máxima y de ralentí. Los contactos se cierran en estas condiciones.

#### **Contacto de carga máxima**

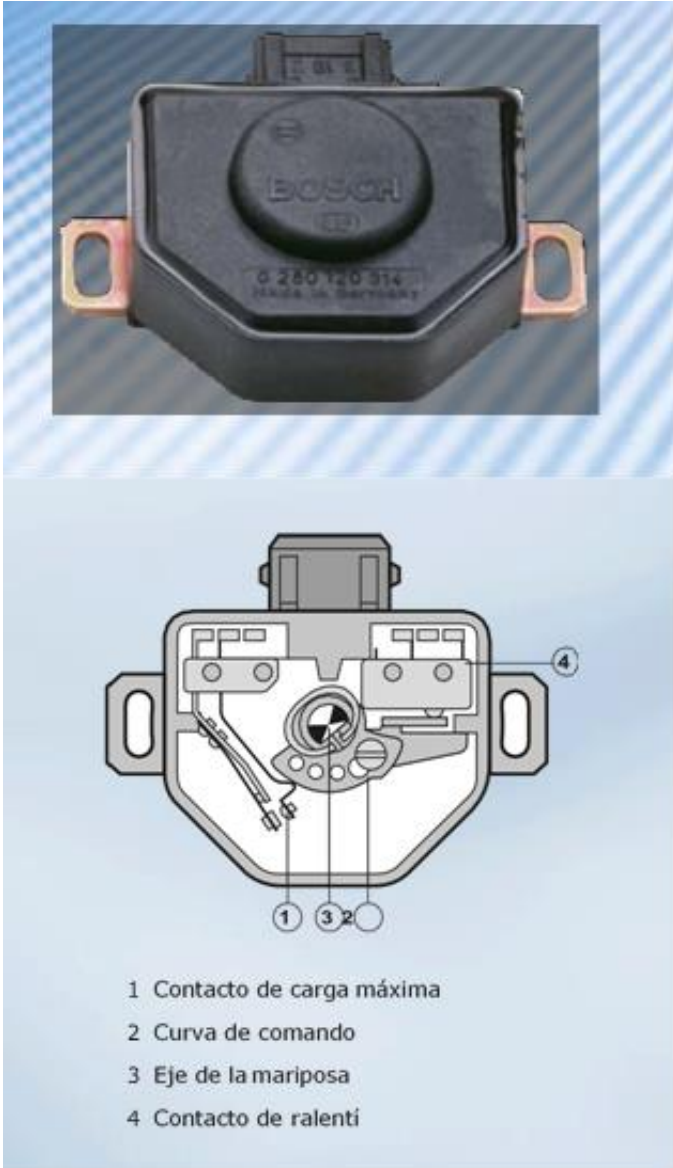
En carga máxima el motor tiene que desarrollar su potencia máxima y eso se consigue haciendo la mezcla más rica. El nivel de enriquecimiento se controla por la unidad de comando.

La información de que el motor se encuentra en carga máxima, la unidad de comando la recibe por el contacto cerrado del interruptor de la mariposa, cuando ella se encuentra totalmente abierta.

#### **Contacto de ralentí**

En la transición para este régimen de funcionamiento, la alimentación de combustible puede ser bloqueada para valores superiores a una determinada rotación, controlada por la unidad de comando, manteniendo las válvulas de inyección cerradas, ahorrando combustible.

Para tal funcionamiento, la unidad de comando evalúa las señales provenientes del interruptor de la mariposa y revoluciones. Cuando bajan las revoluciones o se abre el contacto de ralentí, las válvulas de inyección vuelven a pulverizar el combustible, evitando que el motor se apague. También este componente se desgasta en los contactos y necesita ser reemplazado.



### **Potenciómetro de la mariposa**

El potenciómetro está fijado en el eje de la mariposa de aceleración. Él informa todas las posiciones de la mariposa.

De esta forma, la unidad de comando recibe estas precisas informaciones y por medio de ellas, modifica el suministro de combustible de acuerdo con las necesidades del motor.



### Sensor de temperatura del motor

Está instalado en el block del motor, en contacto con el líquido de enfriamiento.

Mide la temperatura del motor por medio del líquido.

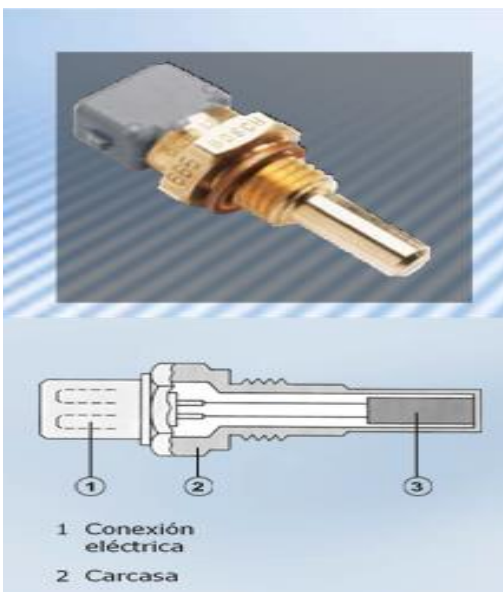
Internamente posee una resistencia NTC, y su valor se altera de acuerdo con la temperatura del agua (líquido de enfriamiento).

La variación de resistencia varía también la señal recibida por la unidad de comando.

El volumen de combustible pulverizado también se modifica de acuerdo con esta señal.

Para la inyección, el sensor de temperatura se presenta como un componente de gran importancia.

Problemas en esta pieza podrán afectar el funcionamiento del motor. Necesita ser probado y reemplazado si necesario.



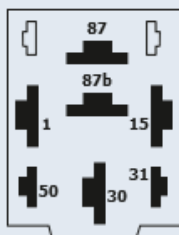
## Relé

El relé de comando es el responsable por mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y otros componentes del sistema.

Si ocurre un accidente, el relé interrumpe la alimentación de la bomba de combustible, evitando que la bomba permanezca funcionando con el motor apagado.

La interrupción ocurre cuando el relé no recibe más la señal de revoluciones, proveniente de la bobina de encendido.

Es un componente que cuando está dañado puede parar el motor del vehículo.



### Señal de entrada:

- 15 positiva llave encendido
- 1 señal de revoluciones (bome 1 de la bobina de encendido)
- 50 positivo que acciona el motor de arranque
- 31 tierra (masa)
- 30 positive.

### Señales de salida:

- 87b positivo que alimenta la bomba auxiliar y la bomba de combustible
- 87 positivo que alimenta el adionador de aire, interruptor de la mariposa de aceleración, resistores de las válvulas de inyección, medidor de flujo de aire y unidad de comando

## Sonda lambda

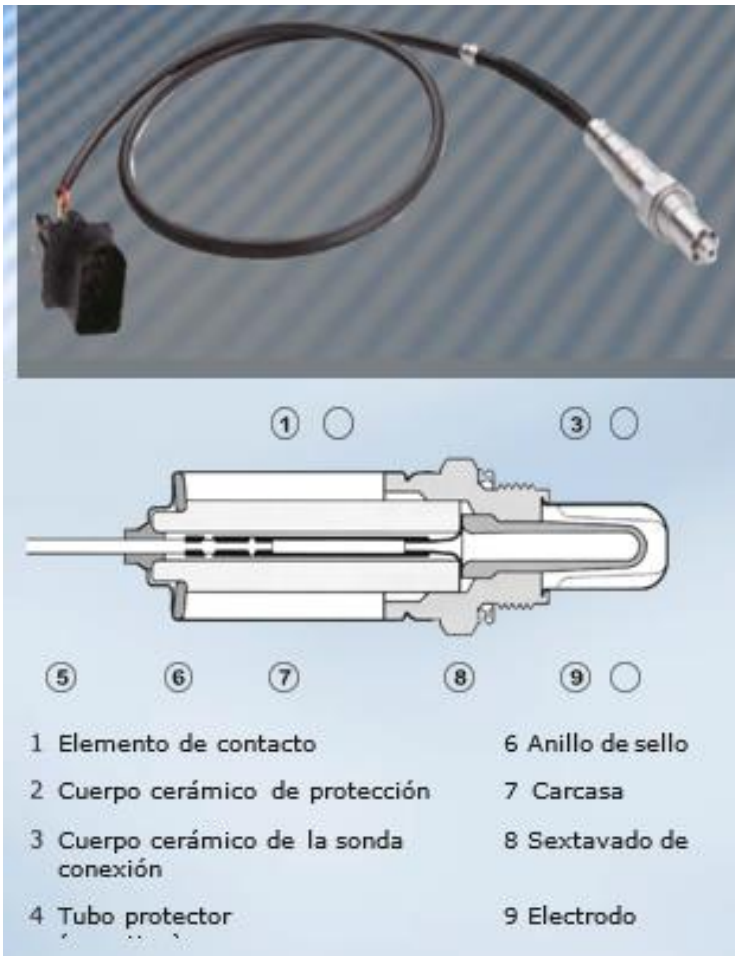
La sonda lambda está instalada en el tubo de escape del vehículo, en una posición donde se logra la temperatura ideal para su funcionamiento, en todos los regímenes de trabajo del motor.

La sonda está instalada de una forma que un lado está permanentemente en contacto con los gases de escape, y otro lado en contacto con el aire exterior.

Si la cantidad de oxígeno en los dos lados no es igual, se producirá una señal eléctrica (tensión) que será enviada a la unidad de comando.

Por medio de esta señal enviada por la sonda lambda, la unidad de comando podrá variar el volumen de combustible pulverizado.

La sonda es un componente de mucha importancia para el sistema de inyección, y su mal funcionamiento podrá contribuir para la contaminación del aire.





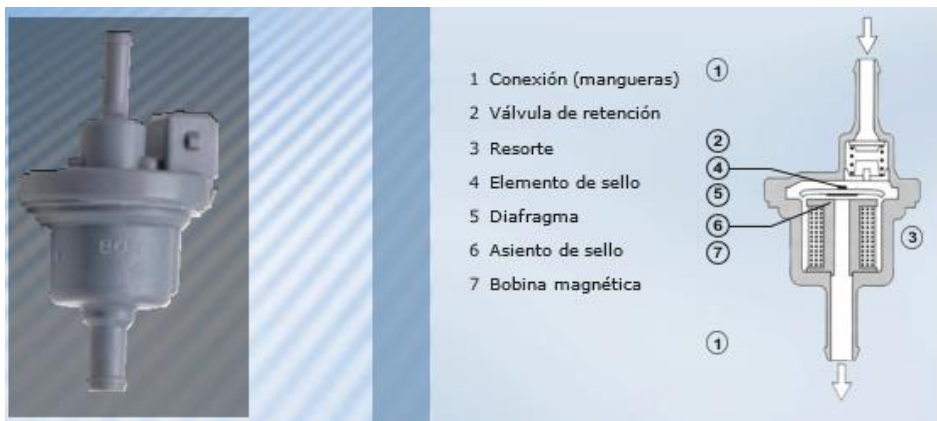
## Válvula de ventilación del tanque

Esta válvula es un componente que permite que se reaprovechen los vapores del combustible contenidos en el tanque, impidiendo que salgan a la atmósfera.

Estos vapores son altamente contaminantes y contribuyen para la contaminación ambiental.

La válvula de ventilación del tanque se controla por la unidad de comando, que determina el mejor momento para el reaprovechamiento de estos vapores, de acuerdo con el régimen de funcionamiento del motor.

Este componente contribuye mucho para garantizar la eficiencia del sistema de inyección electrónica, haciendo el aire más puro.



## Adicionador de aire

Funciona como el ahogador en los vehículos carburados, permitiendo el paso y una cantidad adicional de aire, lo que hará aumentar las revoluciones mientras el motor esté frío.

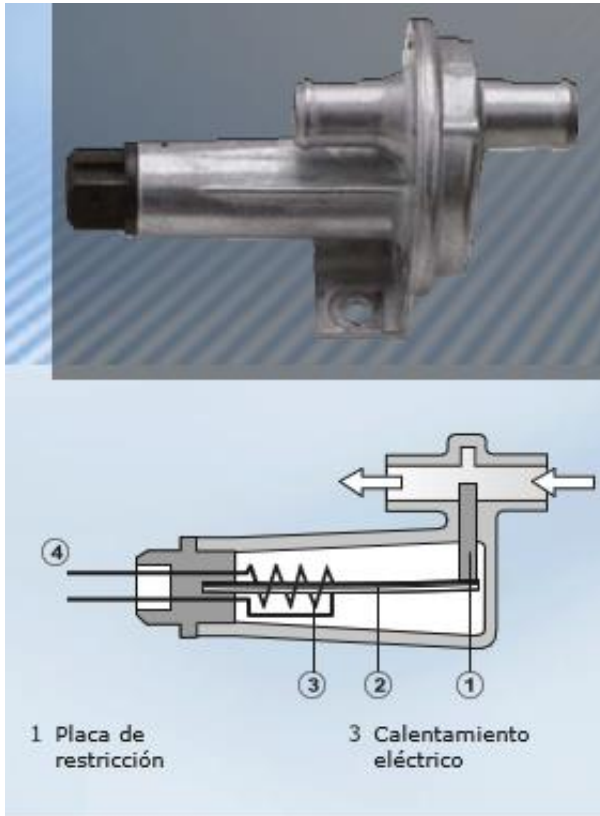
En el adicionador de aire, una placa de restricción comanda por medio de un resorte, el paso de aire.

Mientras el motor esté frío, el adicionador libera más paso de aire, lo que hace subir las revoluciones.

A medida que sube la temperatura del motor, el adicionador lentamente cierra el paso de aire, haciendo bajar las revoluciones hasta el régimen de ralentí.

La lámina se calienta eléctricamente, lo que limita el tiempo de apertura según el tipo de motor.

Si el motor cuando está frío presenta problemas para mantenerse funcionando, la avería puede estar en este componente.



### **Actuador de ralentí**

El actuador de ralentí funciona de forma semejante al adicionador de aire del sistema Le-Jetronic, pero con más funciones.

Garantiza un ralentí estable en el período de calentamiento y también lo mantiene independiente de las condiciones de funcionamiento del motor.

Internamente el actuador tiene dos imanes, un inducido, y en el inducido está fijado un disco de paleta que gira y controla un “bypass” de aire, controlado por la unidad de comando.

Controlado por la unidad de comando, el inducido y el disco de paleta se mueven modificando el volumen de aire aspirado.

La variación se determina por las diferentes condiciones de funcionamiento momentáneo del motor.

La unidad de comando recibe, por medio de los sensores, informaciones que van a determinar la actuación del actuador de ralentí.



## Componentes del sistema de alimentación de combustible

### Bomba eléctrica de combustible y módulo

El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección.

La bomba provee más combustible que lo necesario, para mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento.

Lo que sea excedente retorna al tanque.

La bomba no presenta ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. En la bomba no hay mantenimiento, es una pieza sellada. Debe ser probada y reemplazada si necesario.

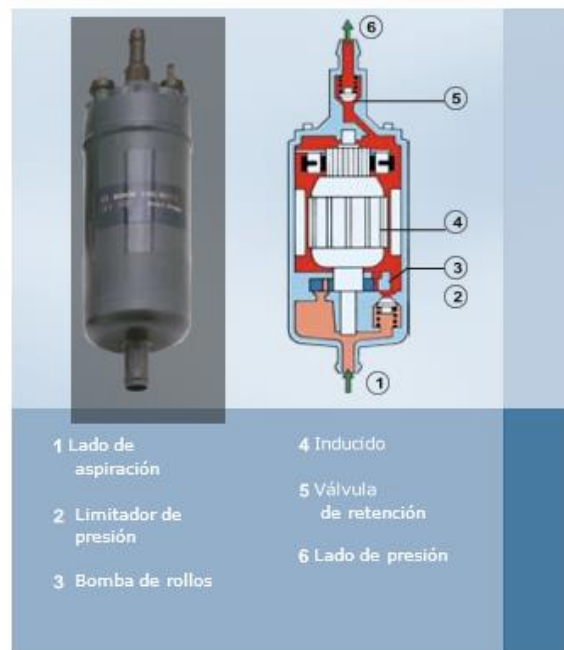
En el sistema Motronic, la bomba puede estar instalada dentro del tanque de combustible (bomba IN TANK).

También, dependiendo del vehículo, está instalada fuera del tanque (IN LINE).

### Bomba de combustible IN LINE



### Bomba de combustible IN TANK



### Bibliografía:

“ Sistemas de Inyección Electrónica”

[http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59963.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf) BOSCH

## ANEXO

## RESULTADOS

### Introducción:

#### Pre filtro

No olvidarse que también hay el pre filtro antes de la bomba no reemplazarlo puede quemar (dañar) la bomba.

### **Desarrollo:**

Bombas funcionando sin el pre filtro pueden aspirar impurezas contenidas en el combustible.

En ese caso se daña la bomba, y no hay garantías.



### **Filtro de combustible**

Es lo que más se desgasta en el sistema. El filtro está instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible.

El filtro posee un elemento de papel, responsable por la limpieza del combustible, y después se encuentra una tela para retener posibles partículas del papel del elemento filtrante.

Este es el motivo principal que el combustible tenga una dirección indicada en la carcasa del filtro, y debe ser mantenida, de acuerdo con la flecha.

Es el componente más importante para la vida útil del sistema de inyección. Se recomienda cambiarlo a cada 20.000 km en promedio.

En caso de dudas consultar la recomendación del fabricante del vehículo con respecto al período de cambio.

En su mayoría, los filtros están instalados abajo del vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su reemplazo muchas veces se olvida, lo que produce una obstrucción en el circuito.

El vehículo puede parar y dañar la bomba.



## Válvula de inyección

En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultará en la combustión.

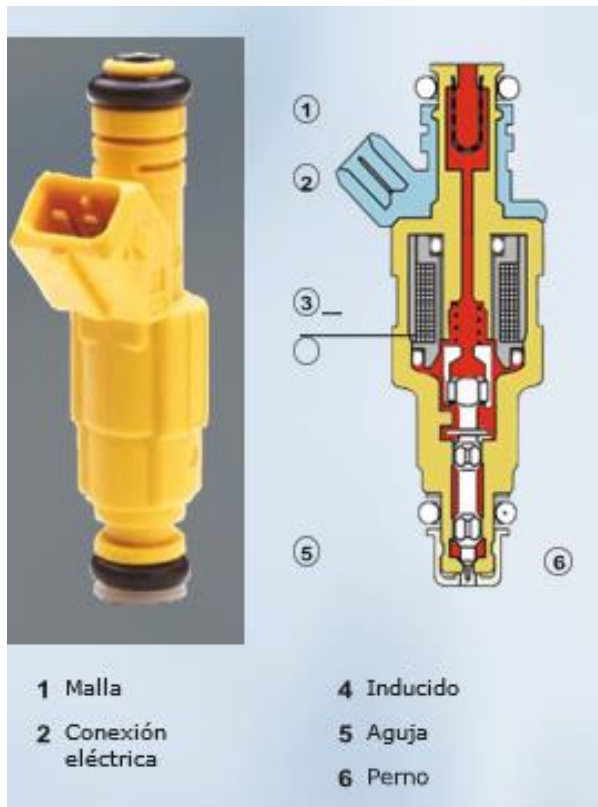
Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando.

Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión.

Por lo tanto, el ángulo de inyección de combustible difiere de motor para motor, como también la cantidad de orificios de la válvula.

Para cada tipo de motor existe un tipo de válvula de inyección.

Como las válvulas son componentes de elevada precisión, se recomienda revisarlas regularmente.



## Regulador de presión

El regulador mantiene el combustible bajo presión en el circuito de alimentación, incluso en las válvulas de inyección.

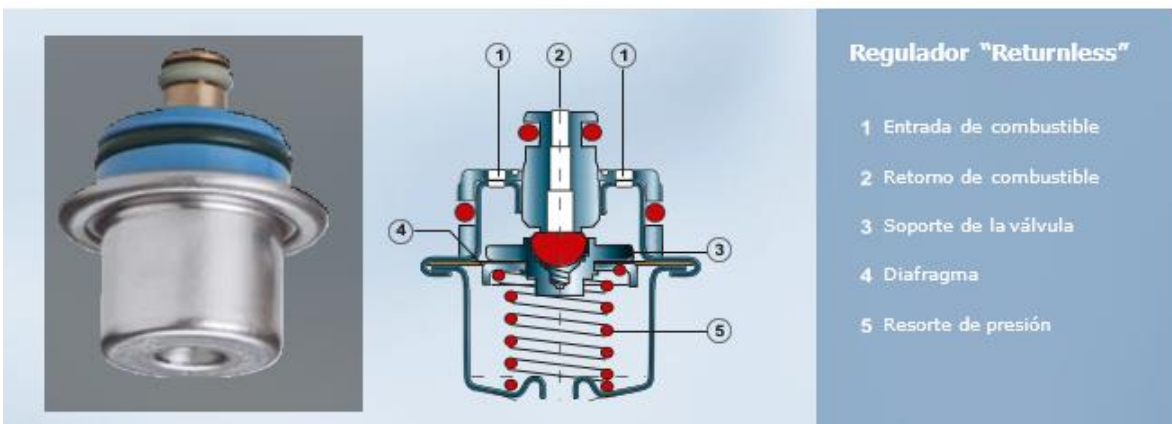
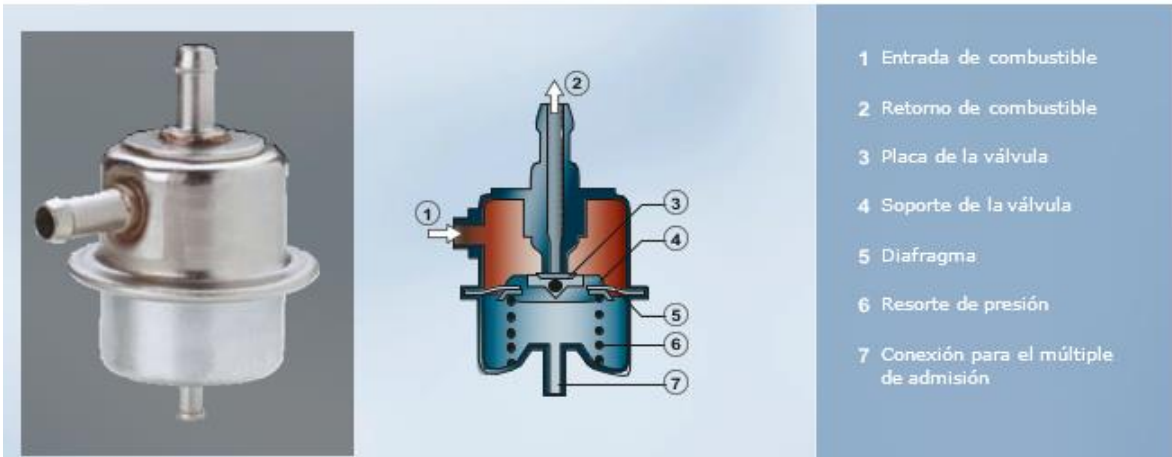
Instalado en el tubo distribuidor o en el circuito junto con la bomba, es un regulador con flujo de retorno.

Él garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revoluciones.

Cuando se sobrepasa la presión, ocurre una liberación en el circuito de retorno. El combustible retorna al tanque sin presión.

Necesita ser aprobado por el mecánico, y reemplazado si necesario.

Si hay problemas en este componente, el motor tendrá su rendimiento comprometido.



### Pruebas del sistema de alimentación de combustible

Los componentes del sistema de alimentación (bomba, regulador de presión, filtros, etc.) están en constante contacto con el combustible, por lo tanto, con mayor posibilidad de desgaste.

Se recomienda probarlos siempre que se hace mantenimiento en el vehículo.



## ANEXO

### MARCO TEORICO

(Vargas, 2018)

#### Presión:

##### Introducción:

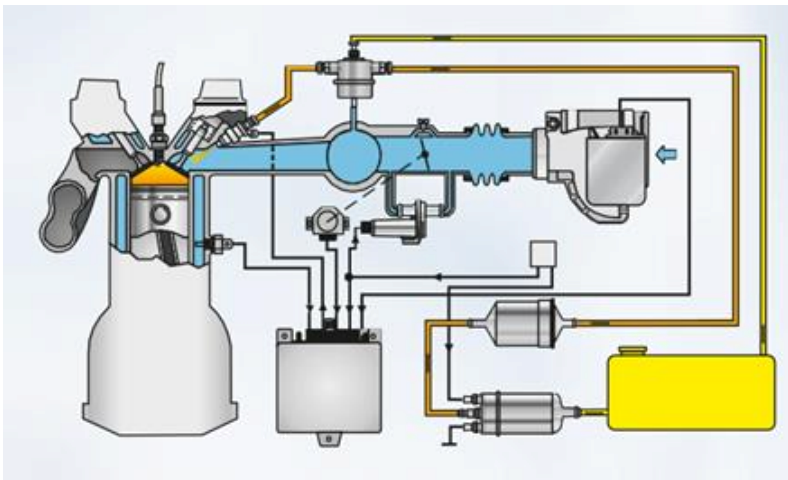
Una de las pruebas más importantes en el sistema de inyección es saber si la presión del combustible está de acuerdo con lo que el motor necesita; para eso se instala un manómetro en la línea de presión y se arranca el motor, haciendo que el combustible circule por el circuito de alimentación.

##### Desarrollo:

Para cada tipo o modelo de vehículo hay un valor de presión que determina el fabricante del vehículo junto con el fabricante del sistema de inyección electrónica, que se informa a través de una tabla de valores.

Hay países que utilizan la unidad de medida “bar”, otros utilizan libras por pulgada cuadrada (lb/pul<sup>2</sup>). 1 bar equivale a 14,2 lbs.

Normalmente en los vehículos multipunto (varios inyectores) la presión está alrededor de 3 bar (43 lbs), y en los monopunto (un solo inyector) 1 bar (14,2 lbs).

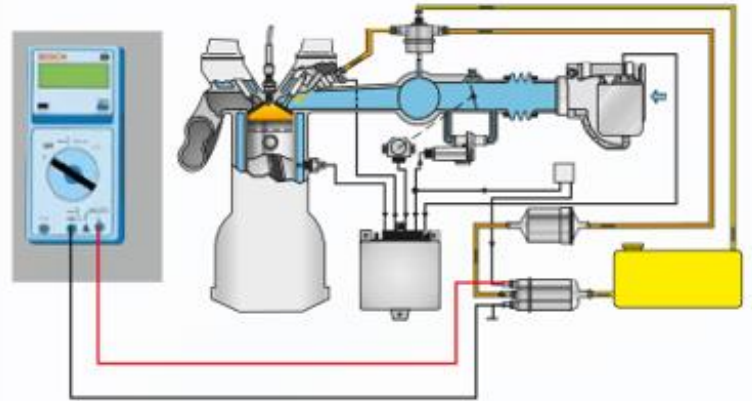


**Mono punto: 1 bar = 14,2 lb**

**Multipunto: 3 bar = 43 lb**

**¿Y si la presión no alcanza los valores indicados?**

- Medir si la bomba recibe la alimentación necesaria, (en voltios) que es la misma tensión de la batería (12...12,5 V)
- Si el valor es inferior a lo indicado, el problema puede estar en los cables o en el relé de la bomba.



Si la bomba recibe la alimentación adecuada y el valor de presión no alcanza lo que se indica, el problema puede estar en la propia bomba o en el regulador de presión. Para saber si es el regulador o la bomba hay varias formas de probarlos, dependiendo del sistema que trae el vehículo.

En sistemas de inyección con el regulador instalado en una de las extremidades del tubo distribuidor, con el motor funcionando, se interrumpe el tubo de retorno, puede ser con una pinza o con las manos doblando la manguera por algunos instantes.

En ese momento, observar el manómetro; si la presión aumenta es señal de que la falla es en el regulador, pues la bomba produce presión, es el regulador que no está permitiendo que se alcance la presión que el sistema necesita.

Importante saber que el regulador posee internamente un resorte y un diafragma que están en constante contacto con el combustible y es normal que según pasa el tiempo y muchos kilómetros, ellos se deterioren y es necesario cambiarlos.

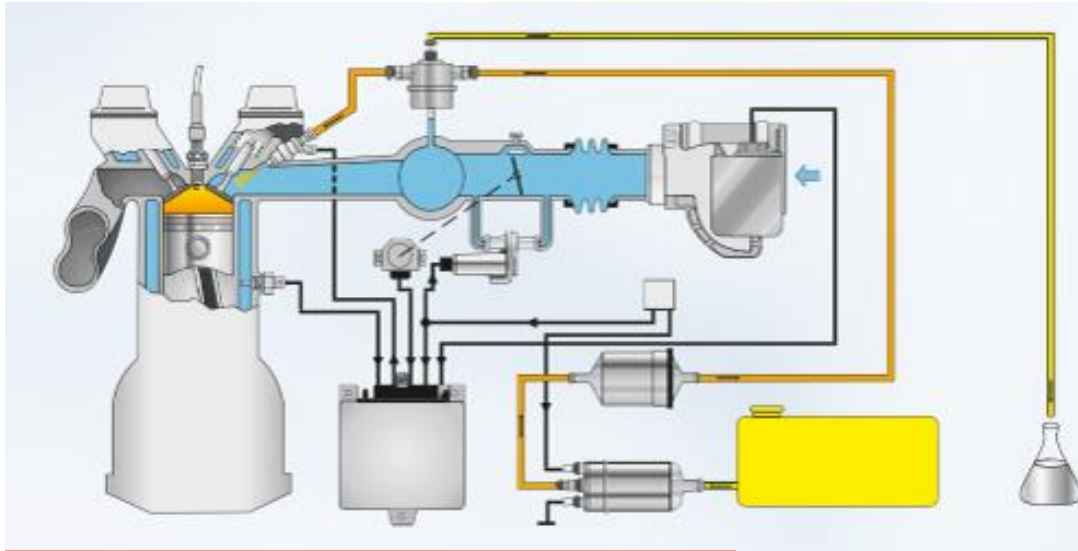
Normalmente en los reguladores Bosch la presión del sistema viene grabada en el regulador para facilitar la identificación, pero siempre se recomienda consultar el catálogo de partes, justamente para evitar aplicaciones incorrectas.



## Caudal:

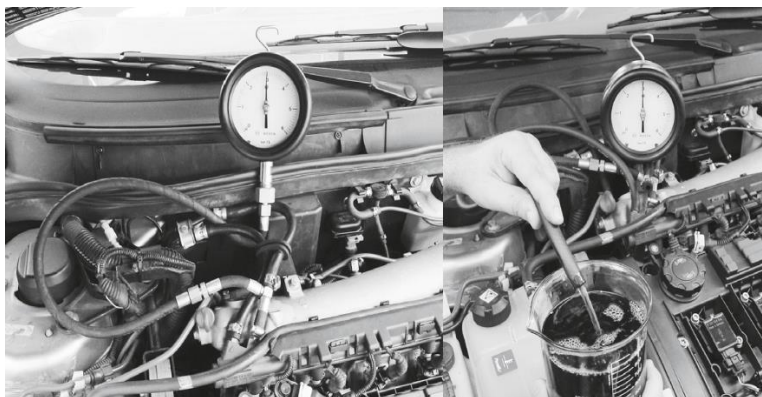
Importante también es saber si la bomba envía combustible en cantidad suficiente para proveer el motor en todas las fases de funcionamiento, desde ralentí hasta plena carga (revoluciones máximas).

Y eso se comprueba a través de la medición de caudal (volumen). La prueba de caudal nos da la seguridad en afirmar si el motor recibe todo el volumen de combustible que necesita en todos los regímenes de funcionamiento.



**Mono punto: 500 cm<sup>3</sup> / 30 segundo (1/2 litro) Multipunto: 800 cm<sup>3</sup> / 30 segundo (3/4 litro, mín.)**

Las pruebas de presión y caudal son importantes para averiguarse como está el circuito de alimentación de combustible.



Medición de Presión

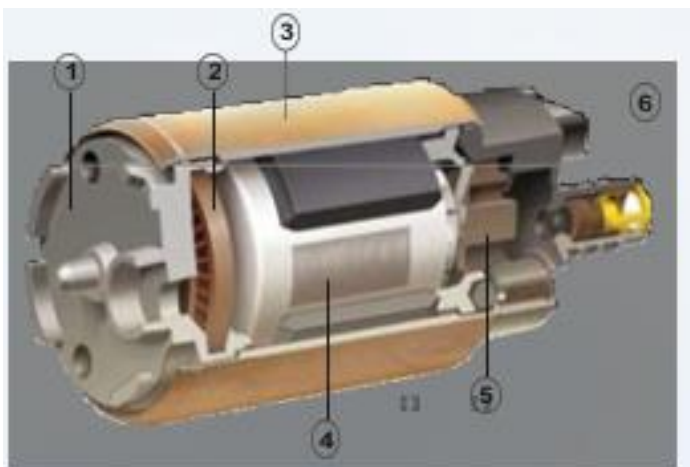
Medición de caudal

### Medición de corriente:

El objetivo de esta prueba es medir la corriente consumida por la bomba. A través de esa medición se puede detectar si la bomba posee algún problema interno, como desgaste, suciedad, etc.

Puede ocurrir que la bomba tenga buena presión y caudal, pero eso no es suficiente para afirmar que ella está en excelentes condiciones, si no realizamos la medición de corriente consumida.

En el interior de la bomba hay un pequeño motor eléctrico de corriente continua. Ese motor para funcionar necesita ser “alimentado” con corriente de batería, y ese consumo se mide en amperios.




- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1 Tapa de succión | 4 Inducido      |
| 2 Turbina         | 5 Portacarbones |
| 3 Carcasa         | 6 Tapa          |

Para la medición se utiliza la escala de amperios, indicada por la letra "A" del multímetro.

- Con el motor apagado se desconecta el conector del relé.
- Se conectan los cables del multímetro en los conectores (30 + 87b).
- En ese momento la bomba empieza a funcionar, presionando el combustible y consumiendo corriente de la batería que estará circulando a través del multímetro.
- Si la corriente está por encima de lo recomendado, eso indica que la bomba puede tener alguna avería interna, o el circuito de combustible tiene obstrucción, como:
  - Filtro tapado (saturado)
  - Manguera doblada
  - Prefiltros obstruido

### Ejemplo:

	Tubo de salida con Punta estriada			
	0 580 453 471	0 580 453 481	0 580 453 482	0 580 453 490
Tensión de alimentación	12 V	12 V	12 V	12 V
Consumo de corriente	máximo 5,8 A	máximo 8,5 A	máximo 4,0 A	máximo 5,8 A
Presión del sistema	2,7 ... 3 bar	3,6 ... 4 bar	0,9 ... 1 bar	2,7 ... 3 bar

### Medidor de flujo de aire (caudalímetro)



Con el voltímetro, medir la tensión entre los terminales:

3 y 4  
valor = 5 V

2 y 4 - Con la palanca sensor cerrada  
valor = 0,1 ... 0,3 V

2 y 4 - Con la palanca sensor abierta la tensión mínima  
valor = 4,2 V

4 y 5 - Medir la resistencia entre los terminales  
valor = 1450 ... 3300 Ω

## Potenciómetro de la mariposa



Medir la tensión entre los terminales:

1 y 2  
valor = 5 V

1 y 3 - Con la mariposa cerrada  
valor = 0,12 ... 1,22 V

1 y 3 - Con la mariposa abierta tensión mínima  
valor = 3,9 V

## Sensor de temperatura del motor



Medir la resistencia entre los terminales:

15 ... 30 °C  
valor = 450 ... 3300 Ω

Temperaturas superiores a 80 °C  
valor = 280 ... 360 Ω

## Actuador de ralentí

Con el ohmímetro medir la resistencia entre los terminales

valor = 8 Ω



## Sonda lambda

Condiciones para prueba:

- Motor en temperatura normal de funcionamiento
  - Revoluciones de ralenti
1. Con el voltímetro, valor de tensión debe oscilar entre 0 ... 1 V
  2. Medir la resistencia de calentamiento valor = 1 ... 15  $\Omega$



## Sensor de revoluciones

Medir la resistencia entre los terminales

valor = 400 ... 800  $\Omega$  (15 ... 30 °C)

Para pruebas más exactas se necesita la utilización del osciloscopio.

Señal generada por el sensor de revoluciones

