

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



Facultad de Ingeniería Automotriz

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Tema:

ESTUDIO COMPARATIVO DE POTENCIA DE LOS SISTEMAS DE
ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE A 2800 MSNM.

Presenta:

Santiago Nicolás Granja Borja

Director: Ing. Miguel Granja

Quito, Diciembre de 2019

CERTIFICADO

Por medio del presente certificado doy a conocer que el artículo presentado es de la autoría de Santiago Nicolás Granja Borja, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi propiedad intelectual; este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Santiago Nicolás Granja Borja

Yo, Ing. Miguel Granja certifico que conozco al autor de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

Ing. Miguel Granja

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este instante de mi vida, culminando mis estudios universitarios.

Agradezco a mi madre, por ser esa guía incondicional que con su ejemplo me ha demostrado que no importa las adversidades que uno encuentre en la vida, la constancia y la dedicación puede permitirnos cumplir metas, llegar a grandes objetivos, si nos esforzamos por alcanzarlo.

Agradezco a mi padre, por ser ese apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, en especial por permitirme tener el privilegio de estudiar una carrera universitaria que realmente aportara a mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco a mi hermano, por estar siempre presente en todos los momentos de mi vida aconsejándome para hacer lo correcto y motivándome a sacar siempre lo mejor de mí.

Santiago Nicolás Granja Borja

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis abuelos, por ser esa motivación diaria para mi vida personal, profesional y estudiantil.

A mi abuelo por enseñarme que uno independientemente de su trabajo o vocación, debe ser siempre el mejor y apuntar a ser siempre uno de los mejores.

A mi abuela, que en paz descanse, quien siempre esperaba con ansias que llegara este momento en mi vida de culminar mi carrera universitaria, a quien le dedico este objetivo cumplido. Por ser esa guía, consejera, amiga quien siempre me impulso por el camino correcto dejándome solo buenas enseñanzas que me sirven y servirán como motivación diaria para lograr los objetivos que me propongo en mi vida.

Santiago Nicolás Granja Borja

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESTUDIO COMPARATIVO DE POTENCIA DE LOS SISTEMAS DE
ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE A 2800 MSNM

Santiago Nicolás Granja Borja

Estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

UIDE, Quito, Ecuador

Email: sant_111@hotmail.com

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Sistema de carburador	3
2.2.	Torque del motor	3
2.3.	Potencia.....	4
2.4.	Sistema de Inyección.....	5
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	7
4.1.	Fichas técnicas.....	7
4.2.	Cilindrada.	7
4.3.	Velocidad máxima.	7
4.4.	Año.	7
4.5.	Aceleración 0-100 Km/h.....	7
4.6.	Gráficos Comparativos	8
5.	CONCLUSIÓN	8
6.	REFERENCIAS.....	9

ESTUDIO COMPARATIVO DE POTENCIA DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE A 2800 MSNM

Resumen

Introducción: 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 comparar las condiciones de reacción e rendimiento de un motor a 2800 metros sobre el nivel del mar, hablando de un mejor desarrollo de potencia y torque. **Marco teórico:** en él se describen los tres tipos de alimentación, el carburador es encargado de realizar la mezcla de aire y combustible para luego introducirlo en la cámara de combustión, la inyección mono punto se encarga de distribuir el combustible por medio de un solo inyector llenando los cilindros con pequeñas perdidas y la inyección multipunto utiliza un inyector por cada cilindro distribuyendo la cantidad exacta de combustible. **Materiales y métodos:** material a utilizar son las fichas técnicas de los vehículos Nissan Sentra Clásico en sus diferentes versiones de sus sistemas de alimentación de combustible, método a analizar, comparativo de potencia entre estos tres. **Análisis de resultados:** se determinó que el vehículo con inyección multipunto es el vehículo que mejor torque y potencia desarrolla, además aprovecha bien el combustible. **Conclusiones:** Se puede definir que el Nissan Sentra con inyección multipunto es quien tiene un mejor rendimiento de torque y potencia en comparación con los más antiguos.

Palabras clave: sistema de alimentación, inyección, carburador, torque, potencia, rendimiento.

Abstract

Introduction: this article develops a comparative study between three vehicles, one with a carburetor feed system, single point injection and multipoint injection, to compare the reaction conditions and performance of an engine at 2800 meters above sea level , speaking of a better development of power and torque. **Theoretical framework:** it describes the three types of feed, the carburetor is responsible for mixing the air and fuel and then introducing it into the combustion chamber, the single point injection is responsible for distributing the fuel by means of a single injector filling the cylinders with small losses and the multipoint injection uses one injector for each cylinder

distributing the exact amount of fuel. **The Materials and methods:** material to be used are the technical data sheets of Nissan Sentra Classic vehicles in their different versions of their fuel supply systems, method to be analyzed, comparative power between these three. Analysis of results: it was determined that the vehicle with multipoint injection is the vehicle that develops the best torque and power, and also makes good use of the fuel. **Conclusions:** It can be defined that the Nissan Sentra with multipoint injection is the one with the best torque and power performance compared to the older ones.

Key words: feeding system, injection, carburetor, torque, power, performance.

1. INTRODUCCIÓN

Muchas veces la potencia de un vehículo es relativamente diferente debido a la variación de altura, en cuanto puede afectar o favorecer el funcionamiento de los motores en los vehículos, la altitud sobre el nivel del mar tiene un notable efecto sobre la densidad de aire y su composición, los efectos de potencia se producen en sistema de alimentación de combustible, los cuales se encargan de la preparación de la mezcla del combustible, esta pueden ser mediante inyección o a carburación, son los encargados de producir la mezcla aire-combustible para que funcione el motor [1].

La carburación y la inyección cumplen la misma función que es la de vaporizar o atomizar el combustible para que éste ingrese al cilindro [2], esta investigación se realizó con el fin de comparar la variación de potencias de un vehículo a diferentes alturas 2800MSNM, porque no siempre se tiene conciencia del tema de potencia y cómo influye en el motor de un vehículos, haciendo que este funcionamiento sea mucho más importante en motores.

Tomando en cuenta que si un vehículo transita en áreas de gran altura sobre el nivel del mar, el motor sufre pérdida de

eficiencia de combustible (menos potencia) esto debido a la menor cantidad de oxígeno en el aire [3], para contrarrestar este inconveniente existe un control denominado compensador de altura el cual ajusta la cantidad de combustible que necesita el motor [3], estos sistemas se han visto reemplazados, hoy en día ya no se emplean excepto en aplicaciones específicas [4]. Debido a todo el avance de la tecnología, y a todas las nuevas normativas que se implementaron, en especial las de emisiones contaminantes surgió el sistema de inyección de gasolina [5].

En el comienzo el sistemas de inyección eran mecánicos, hoy en día se implementó la electrónica, inyección de combustible posee sensores de presión del múltiple de admisión (MAP) este cumple la misma función que compensador de altura (carburador), sensores que están controladas para emitir señal a los inyectores para proporcionar la cantidad de combustible necesario, de acuerdo con la altura en la que se encuentre el vehículo [6].

El sistema de inyección posee ventajas con respecto al sistema de carburación, estas suelen ser, menor consumo de combustible, mejor arranque en frío y fase de calentamiento, menor

contaminación, mejora en la potencia del motor, aprovecha mejor el combustible [7].

Con estos antecedentes, el objetivo de este artículo es comparar la potencia de estas dos versiones del vehículo seleccionado, analizar si fue verdaderamente necesario e importante la determinación de la altura sobre el nivel del mar en vehículos con sistema a carburador e inyección, además si es factible, tomando en cuenta el desenvolvimiento del vehículo en sus dos versiones, y con esto seguir implementando mejoras a la inyección o implementar nuevas tecnologías a los carburadores.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de carburador

El objetivo del carburador es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del automóvil. El funcionamiento del carburador se basa en el efecto venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genera una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador. La depresión creada en el carburador dependerá de la velocidad de entrada del aire que será mayor cuanto menor

sea la sección de paso de las canalizaciones.

Si dentro de la canalización tenemos un estrechamiento (difusor o venturi) para aumentar la velocidad del aire y en ese mismo punto se coloca un surtidor comunicado a una cuba con combustible a nivel constante, la depresión que se provoca en ese punto producirá la salida del combustible por la boca del surtidor que se mezclara con el aire que pase en ese momento por el estrechamiento, siendo arrastrado hacia el interior de los cilindros del motor.

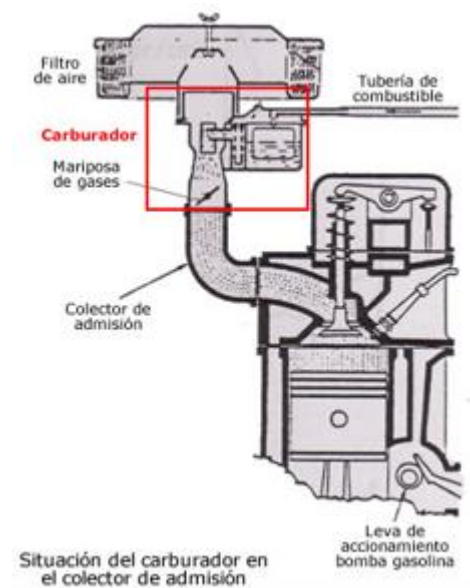


Ilustración 1-Situación del carburador en colector de admisión.

Fuente: <https://como funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>

2.2. Torque del motor

El torque o par motor es el nombre que se da a las fuerzas de torsión de un motor, y es un dato que vemos en las tablas de especificaciones del motor de

un vehículo. Muchos asocian la potencia de un motor directamente con el torque, y aunque son dos conceptos que trabajan juntos, las dos medidas representan acciones completamente diferentes; potencia es rapidez y torque es fuerza. Como ejemplo, la potencia es la que permite a un auto mantener la velocidad de forma constante. El torque es la capacidad de desarrollar fuerza sobre un eje, es decir, es la fuerza que ejerce sobre algo que gire o sobre algo para hacerlo girar. Así que, a paridad de cilindrada, un propulsor de largo recorrido del pistón siempre tendrá mayor torque que un propulsor de pistón ancho y recorrido corto, ese último en compensación podrá trabajar a mayores revoluciones y tendrá más caballos. Internacionalmente el torque se define en Nm (Newton metro) o libras pies. La mezcla aire/combustible en la cámara de combustión produce una fuerza de empuje F sobre el pistón que lo desplaza generando un mecanismo 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. (3)

2.3. Potencia

La potencia (P) desarrollada por el par motor (T) viene dada por la siguiente expresión:

$$P = T \cdot \omega$$

Siendo (ω) la velocidad angular de giro (rad/s) del eje de transmisión o eje del cigüeñal.

La potencia del motor se mide, según el Sistema Internacional de Unidades, en watios (W).

En ocasiones es interesante conocer la potencia en función de las revoluciones por minutos (r.p.m.) a la que gira el motor en vez de la velocidad angular. En efecto, si (n) son las revoluciones por minuto a la que gira el motor, entonces la potencia (P) se expresa como sigue,

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

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).

2.4. Sistema de Inyección

El sistema de inyección de combustible es un mecanismo de alimentación en los motores de combustión interna. En el caso de los motores de explosión o ciclo Otto, los inyectores han reemplazado al carburador, mientras que en los vehículos con motor Diésel el sistema de inyección se usa de forma obligatoria desde siempre, ya que el combustible se debe inyectar en la cámara al momento de la combustión.

En los motores que usan gasolina se ha desterrado por completo en la actualidad el uso del carburador. La inyección permite dosificar mejor el combustible y regular las diferentes fases de funcionamiento, tomando en cuenta las exigencias del conductor y las normas en contra de la contaminación ambiental.

Existen varios sistemas de inyección de gasolina como los siguientes:

De acuerdo con el lugar en el que se lleva a cabo la inyección

Inyección indirecta: Es cuando la inyección de combustible se da en la bifurcación que hay en el colector de admisión o delante de la válvula de admisión, la cual puede estar abierta o cerrada.

Inyección directa: La inyección se realiza dentro de la cámara de combustión. Este mecanismo reduce considerablemente el consumo y disminuye los gases contaminantes.

De acuerdo a la cantidad de inyectores

Inyección monopunto: Es cuando todos los cilindros son alimentados por un solo inyector. Se ubica por detrás de la mariposa de los gases de admisión y produce la inyección justo en el colector de admisión.

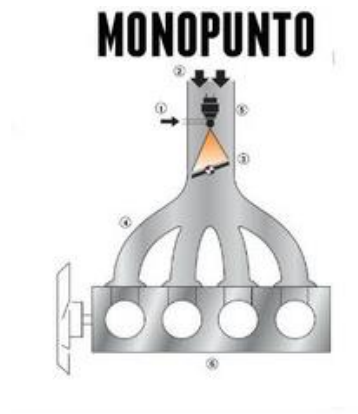


Ilustración 2-Inyección Monopunto

Fuente: <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>

Inyección multipunto: Cuando hay un inyector por cada uno de los cilindros. La inyección se produce en el colector de admisión o en el cilindro. Suele ser más eficiente que la de monopunto.

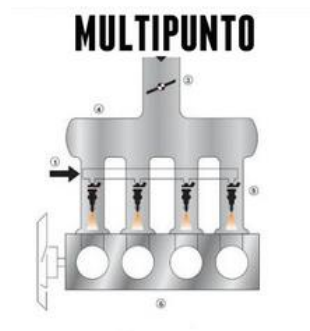


Ilustración 3-Inyección Multipunto

Fuente: <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>

De acuerdo a la cantidad de inyecciones

Inyección continua: Se inyecta el combustible de forma continua en el colector de admisión, a una presión y proporción específicas. Pueden ser variables o constantes, todo depende de los distintos parámetros del sistema que se use.

Inyección intermitente: La unidad de control electrónica de inyección envía impulsos hacia los inyectores para abrirlos en periodos de tiempo determinados. Estos se subdividen en tres modos de ejecución:

Simultánea: La totalidad de los inyectores pulverizan la gasolina en el mismo momento. Abren y cierran de forma simultánea.

Semisecuencia: Los inyectores se activan en pares.

Secuencial: La abertura de los inyectores es de uno en uno y al

momento que la válvula de admisión está abierta.

De acuerdo al sistema de control

Mecánico: Los inyectores y el control son completamente mecánicos.

Electromecánico: Es una evolución del mecanismo anterior, el que se combinan mecánica y electrónica.

Electrónico: El control de inyección se logra por medio de la unidad de control de motor y los inyectores tienen un accionamiento igualmente electrónico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En cuanto a materiales se utilizó el vehículo Nissan Sentra, debido a que en este vehículo encontramos los dos diferentes tipos de sistemas según el año del mismo, 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, gracias a las facilidades que nos brinda el internet se pudo conseguir fichas técnicas de estos vehículos con estos dos tipos de sistemas de alimentación. Con esto se analizarán características determinadas que permitirán observar las ventajas y desventajas de los dos vehículos, centrándose más en cuanto al torque y a la potencia los mismos y de esta manera se obtendrá una buena

visión para determinar cuál de estos vehículos tiene mejores prestaciones, mejores características y un mejor desarrollo.

Los datos utilizados de los vehículos están regidas 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 dos vehículos con sus respectivos sistemas de alimentación.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Fichas técnicas.

SENTRA CARBURADOR

TIPO	4 CILINDROS, 4 VALVULAS POR CADA CILINDRO
ALIMENTACION	CARBURADOR DOHC
CILINDRADA CC	1597
RELACION DE COMPRESION	8.7:1
POTENCIA MAXIMA	110/6000
TORQUE MAXIMO	140/4000

Tabla 1: ficha técnica

SENTRA INYECCION

TIPO	MR18DE 4 CILINDROS EN LINEA 16 VALVULAS, DOHC
ALIMENTACION	INYECCION ELECTRONICCA MULTIPUNTO CVTC
CILINDRADA CC	1798
RELACION DE COMPRESION	9.9:1
POTENCIA MAXIMA	129/6000
TORQUE MAXIMO	176 /3600

Tabla 2: ficha técnica

4.2. Cilindrada.

La cilindrada es uno de los aspectos más importantes en los motores ya que con esta característica nosotros podemos tener una noción acerca del desarrollo del motor en el vehículo.

4.3. Velocidad máxima.

La velocidad máxima es uno de los aspectos en los cuales más se fijan las personas ya que aparte de tener un carro con una gran cilindrada las personas quieren que su vehículo sea lo más rápido posible.

4.4. Año.

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

4.5. Aceleración 0-100 Km/h

Esto depende mucho del motor y del desarrollo del mismo. La aceleración es un indicativo que nos servirá para darnos cuenta que tipo de sistema de alimentación trabaja mejor y con mejores condiciones.

4.6. Gráficos Comparativos

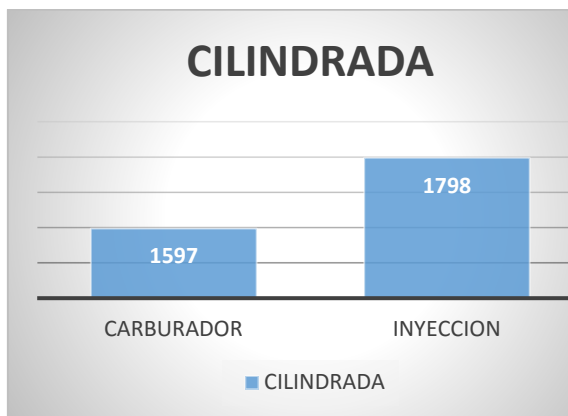


Figura 1: Comparación Cilindrada

Fuente: Autor

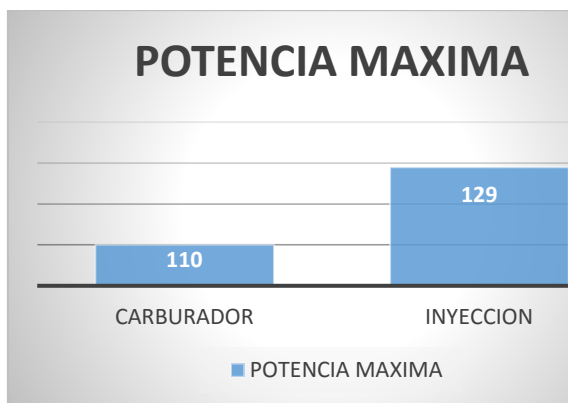


Figura 3: Comparación Potencia Máxima

Fuente: Autor

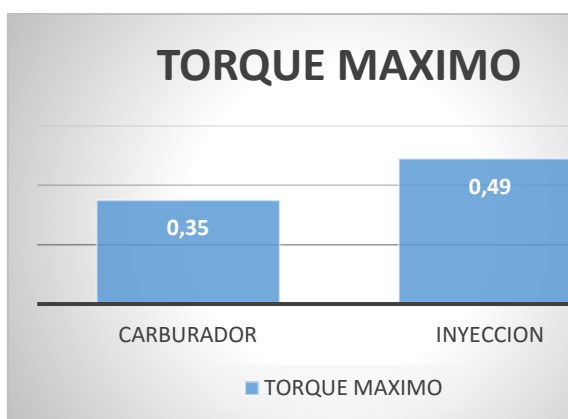


Figura 4: Comparación Torque Máximo

Fuente: Autor



Figura 5: Comparación de los Años

Fuente: Autor

5. CONCLUSIÓN

La tecnología sigue avanzando y nos sigue brindando mejores equipamientos para nuestros vehículos para tener mayor efectividad a la hora de la conducción. Gracias a los datos obtenidos se logra llegar a la conclusión de que el vehículo que nos brinda mejores prestaciones y que sería una mejor adquisición para las personas es el Nissan Sentra con el sistema de inyección multipunto, siendo una mejora considerable que los vehículos vengan equipados con estos sistemas de alimentación ya que se obtiene un menor consumo de combustible, llevando consigo mejores prestaciones para el medio ambiente. Principalmente nos brinda una diferencia notable y eficiente en cuanto a torque y potencia se trata que llega a ser la parte fundamental de un motor.

6. REFERENCIAS

- [1] <https://www.patiodeautos.com/general/como-afecta-la-altura-al-desempeno-de-los-autos>
- [2] <https://www.auto-data.net/es/nissan-sentra-b14-1.4-86hp-904>
- [3] <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1314146>.
- [4] <https://www.patiodeautos.com/general/como-afecta-la-altura-al-desempeno-de-los-autos/>.
- [5] <https://autolab.com.co/blog/inyeccion-carburacion/>
- [6] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- [7] <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>
- [8] <http://www.aficionadosalamecanica.net/carburador.htm>
- [9] <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-inyeccion/>
- [10] <https://autolab.com.co/blog/inyeccion-carburacion/>
- [11] <https://www.auto-data.net/es/nissan-sentra-b14-1.4-86hp-904>

REFERENCIAS:

Referencia 1

1.4 TÉRMINOS TEÓRICOS UTILIZADOS³

Los términos más importantes como se puede observar en la Figura 1.2 son:

Punto muerto superior (PMS): Cuando el pistón en su movimiento alcanza el punto máximo de altura antes de empezar a bajar.

Punto muerto inferior (PMI): Cuando el pistón en su movimiento alcanza el punto máximo inferior antes de empezar a subir.

Diámetro o calibre (D): Diámetro interior del cilindro (en m.).

Carrera (C): Distancia entre el PMS y el PMI (en m.).

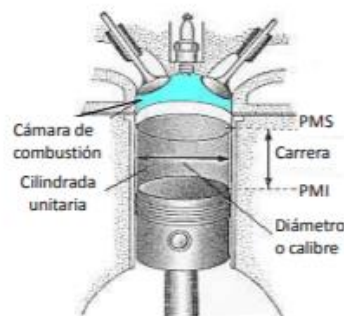
Cilindrada unitaria o Volumen de barrido (V): Volumen que desplaza el pistón del PMI al PMS.

$$V = \frac{\pi}{4} * (\text{Diámetro})^2 * \text{Carrera} \text{ (m}^3\text{)}. \quad (1.1)$$

Área de la sección transversal (A): Área del pistón que recibe la fuerza durante la explosión.

$$A = \frac{\pi}{4} * (\text{Diámetro})^2 \text{ (m}^2\text{)}. \quad (1.2)$$

Volumen de la cámara de combustión (v): Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en PMS y la culata.



CAPITULO I

EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

1.1 INTRODUCCIÓN

La energía mecánica indispensable para poner en acción diferentes máquinas se puede obtener utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La que más se utiliza es la energía térmica obtenida de combustibles de naturaleza orgánica. Los equipos energéticos que más aceptación han tenido son los motores de combustión interna o de ciclo Otto, a ellos corresponde más de un 80 % de la totalidad de la energía producida en el mundo.

Para convertir el calor o energía térmica a energía mecánica se requiere el uso de dispositivos especiales llamados máquinas térmicas. Estas difieren considerablemente unas de otras, aunque todas se caracterizan porque: reciben calor de una fuente a alta temperatura (energía solar, hornos de petróleo, reactores nucleares, etcétera), convierten parte de ese calor en trabajo (normalmente en la forma de un eje en rotación), liberan el calor de desecho en un sumidero de baja temperatura (la atmósfera, ríos, etcétera) y funcionan en un ciclo.

Las Máquinas Térmicas tienen un fluido de trabajo al y desde el que el calor se transfiere mientras se somete a un ciclo. Máquinas que involucran combustión interna y que producen trabajo, entran en esta categoría, estos dispositivos operan en un ciclo mecánico pero no en uno termodinámico, ya que el fluido de trabajo (los gases de combustión) no se someten a un ciclo completo. En lugar de que se enfríen hasta la temperatura inicial, los gases de escape se evacúan y sustituyen por una mezcla de aire y combustible al final del ciclo¹.

1.2 DEFINICIÓN DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

El motor de combustión interna es una Máquina Térmica que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que se quema en una cámara de combustión que es la parte principal del motor. La energía suministrada proviene de combustibles como: diesel, gasolina, gas licuado de petróleo, etc. y el trabajo mecánico que proporciona suele ser el movimiento rotatorio de un árbol o eje.

1.3 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de combustión interna básicamente consta de un mecanismo cilindro-pistón más un conjunto de elementos como se muestra en la Figura 1.1. Generalmente los motores tienen varios mecanismos cilindro-pistón.

El pistón se ajusta a las paredes del cilindro mediante unos anillos que impiden que los gases se introduzcan en su parte inferior, éste está unido a una biela, la misma que transmite la fuerza de explosión al codo de un cigüeñal que al girar describe una trayectoria circular. El pistón realiza una trayectoria rectilínea ascendente o descendente, que se convierte en movimiento de rotación mediante el eje del cigüeñal.

Si el espacio entre el cilindro y el pistón es cerrado se tiene que:

- El fluido de trabajo se comprime mientras el pistón asciende.
- El pistón puede descender al expandirse el fluido de trabajo como consecuencia de la explosión durante la combustión.

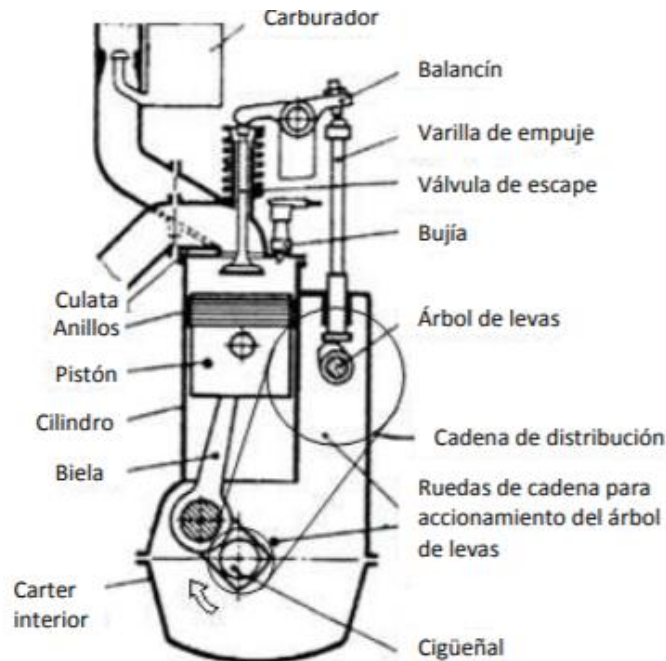


Figura 1.1 Esquema de un motor básico de combustión interna².

En la parte superior el cilindro se cierra mediante la culata, dentro de la cual se ubican las válvulas, que son accionadas por un árbol de levas y permiten la entrada o salida de los gases.

El árbol de levas gira con la mitad del número de revoluciones del movimiento que recibe del el cigüeñal a través de una cadena.

Roscada a la culata se encuentra la bujía, la cual se encarga de proveer la chispa que provoca la combustión de los gases comprimidos en el interior del cilindro cuando el pistón casi ocupa la posición más alta.

El encargado de alojar el mecanismo cilindro-pistón es un cuerpo robusto denominado bloque que por su parte inferior se sella mediante el cárter, donde se aloja el aceite para lubricación y refrigeración.

1.4 TÉRMINOS TEÓRICOS UTILIZADOS³

Los términos más importantes como se puede observar en la Figura 1.2 son:

Punto muerto superior (PMS): Cuando el pistón en su movimiento alcanza el punto máximo de altura antes de empezar a bajar.

Punto muerto inferior (PMI): Cuando el pistón en su movimiento alcanza el punto máximo inferior antes de empezar a subir.

Diámetro o calibre (D): Diámetro interior del cilindro (en m.).

Carrera (C): Distancia entre el PMS y el PMI (en m.).

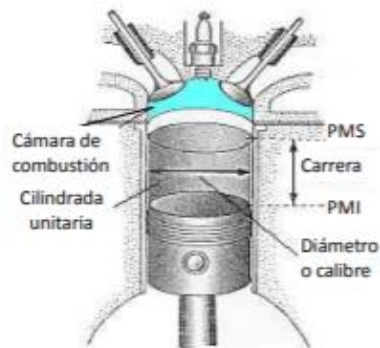
Cilindrada unitaria o Volumen de barrido (V): Volumen que desplaza el pistón del PMI al PMS.

$$V = \frac{\pi}{4} * (\text{Diámetro})^2 * \text{Carrera} \text{ (m}^3\text{)}. \quad (1.1)$$

Área de la sección transversal (A): Área del pistón que recibe la fuerza durante la explosión.

$$A = \frac{\pi}{4} * (\text{Diámetro})^2 \text{ (m}^2\text{)}. \quad (1.2)$$

Volumen de la cámara de combustión (v): Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en PMS y la culata.



Relación de compresión (Rc): Relación entre la suma de volúmenes ($V + v$) y el volumen de la cámara de combustión v (Figura 1.3). La Rc para motores a gasolina suele ser del orden de 10/1. Con motores turboalimentados este valor desciende, para motores diesel viene a ser del orden de 20/1.

$$Rc = \frac{V+v}{v} \quad (1.3)$$

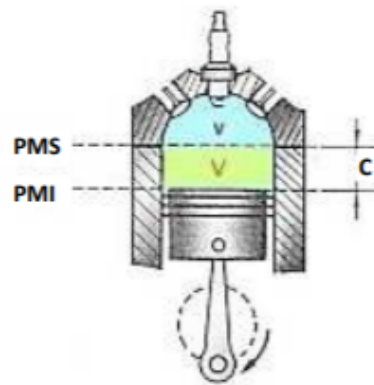


Figura 1.3 Relación de compresión.

1.5 TIPOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Los principales tipos de motores de combustión interna son:

- El motor de ciclo Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto. Este es el que aproximadamente se utiliza en los motores de combustión interna o de encendido por chispa.
- El motor Diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente al anterior. Se emplea en instalaciones generadoras de energía eléctrica, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y automóviles.

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

1.6 MOTOR DE CICLO OTTO⁴

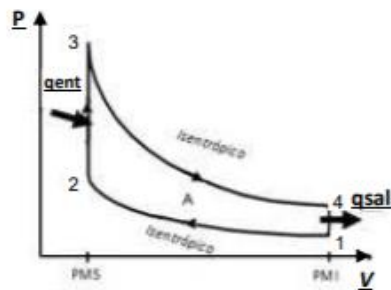
1.6.1 CICLO OTTO

Es el ciclo termodinámico ideal que se aplica en motores de combustión interna. Se caracteriza porque todo el calor se aporta a volumen constante, esto se puede observar en los diagramas $P - v$, $T - s$ y esquema del cilindro-pistón de las Figura 1.4.

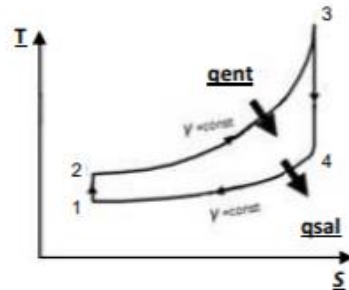
Consta de cuatro procesos:

- 1-2: Compresión adiabática y reversible (isentrópica).
- 2-3: Admisión, adición de calor a volumen constante. La presión se eleva rápidamente antes de comenzar el tiempo útil.
- 3-4: Fuerza, adiabática o parte del ciclo que entrega trabajo (isentrópica).
- 4-1: Escape, rechazo del calor al medio ambiente a volumen constante.

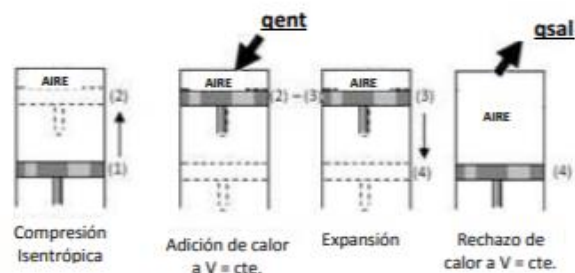
a)



b)



c)



1.6.2 MOTOR DE CUATRO TIEMPOS

El motor Otto de cuatro tiempos se emplea tanto en automoción como en aeronáutica, este realiza cuatro carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión. Estos tiempos se pueden observar en la Figura 1.5 y son:

Primer tiempo o admisión: El pistón desciende aspirando la mezcla aire combustible. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. El cigüeñal gira 180° y el árbol de levas da 90° .

Segundo tiempo o compresión: El movimiento del pistón es ascendente. Al llegar al final de la carrera inferior la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. El cigüeñal gira 360° , el árbol de levas da 180° y ambas válvulas se encuentran cerradas.

Tercer tiempo o explosión: El pistón desciende. Al no poder llegar al final de carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima; salta la chispa en la bujía provocando la combustión de la mezcla, incrementando la temperatura en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. El cigüeñal gira 540° , el árbol de levas da 270° y ambas válvulas se encuentran cerradas.

Cuarto tiempo o escape: El pistón empuja cuidadosamente en su movimiento ascendente los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al final de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión. El cigüeñal gira 720° y el árbol de levas da 360° . Luego de este tiempo, el motor está listo para comenzar el ciclo de cuatro tiempos nuevamente.

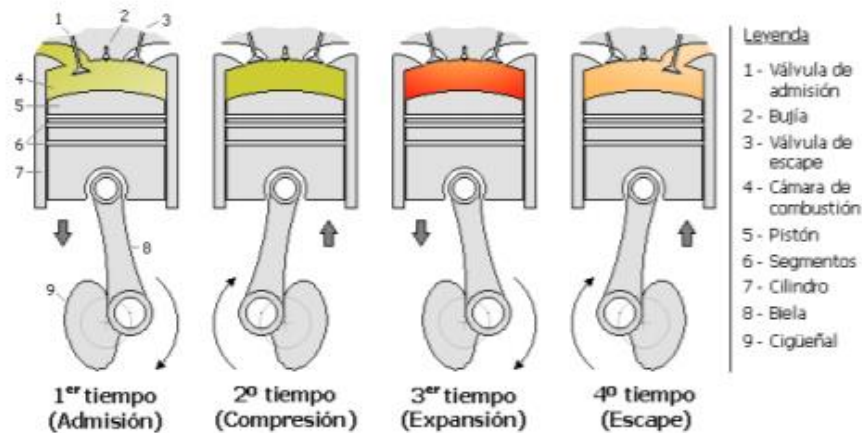


Figura 1.5 Ciclo de cuatro tiempos⁵.

1.6.3 EFICIENCIA TÉRMICA

El rendimiento o eficiencia, en general, se expresa en términos de la salida deseada y de la entrada requerida.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida deseada}}{\text{Entrada requerida}} \quad (1.4)$$

En las máquinas térmicas la eficiencia, mide el desempeño que ésta tiene al convertir el calor que recibe. La salida deseada es el trabajo neto, y la entrada requerida es la cantidad de calor suministrada al fluido de trabajo. En este caso la eficiencia térmica de una máquina será:

$$\text{Eficiencia térmica} = \frac{\text{Salida neta de trabajo}}{\text{Calor total que entra}} \quad (1.5)$$

$$\eta_t = \frac{W_{\text{neto, sal}}}{Q_{\text{en}}} \quad (1.6)$$

Los ingenieros tratan constantemente de mejorar el rendimiento de las máquinas, puesto que una mayor eficiencia equivale a menor consumo de combustible y por ello, menores costos y contaminación.

La eficiencia térmica de los dispositivos que producen trabajo es relativamente baja. En los motores Otto modernos es alrededor del 25% y se ve limitada por varios factores, entre otros, las pérdidas de energía por fricción, gases de combustión y refrigeración. Es decir, un motor de automóvil convierte, en promedio un 25% de la energía química de la gasolina en trabajo mecánico. En la actualidad, incluso con las máquinas más eficientes disponibles, más de la mitad de la energía suministrada termina en los ríos, lagos o en la atmósfera como desecho.

Un balance energético permite conocer como se distribuye la energía entregada por el combustible al motor. Para visualizar estos resultados se utiliza el diagrama Sankey, como se muestra en la Figura 1.6.

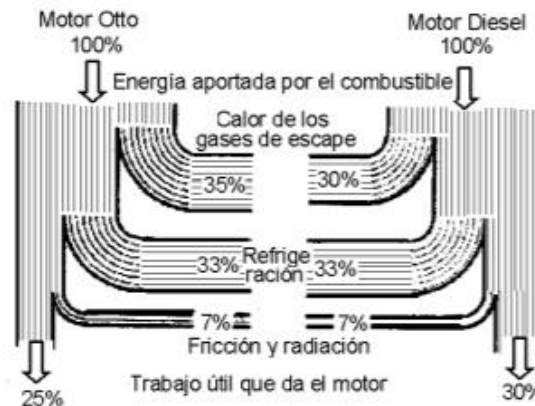


Figura 1.6 Diagrama de Sankey⁶.

El diagrama Sankey se elabora con resultados obtenidos, tomando como base el calor añadido del combustible y luego calculando el porcentaje que corresponde a la potencia real y las pérdidas. De esta manera se tiene que:

Calor Añadido o Potencia Teórica: El calor añadido es la energía que idealmente puede entregar el combustible (Q_a), y se conoce como potencia teórica (P_{te}):

$$P_{te} = P_c * \rho * v_c \quad (1.8)$$

Donde:

P_c = poder calórico del combustible (Kwh/Kg).

ρ = densidad de combustible (Kg/m³).

v_c = flujo volumétrico de combustible (m³/s).

m_c = flujo másico de combustible (Kg/s).

Potencia del Motor: Es la fuerza que recibe el pistón cuando ocurre la combustión en el interior del cilindro multiplicado por la distancia recorrida por el pistón en un determinado periodo. Esta no se aplica totalmente sobre el cigüeñal. Esto se debe a que existen pérdidas como calor, rozamiento, entre otros que restan valor a la misma. Por lo tanto la potencia en el eje siempre será menor.

Se pueden distinguir tres clases de potencia:

- **Potencia indicada:** es la que recibe el pistón durante el ciclo y se calcula con la ayuda del diagrama indicado.
- **Potencia efectiva_ Par motor:** se calcula con la ayuda de un freno, mediante un banco de pruebas. La fuerza que empuja al pistón mueve la biela haciendo girar al codo del cigüeñal mediante un esfuerzo de torsión que se conoce como Par Motor (τ) que multiplicado por la velocidad de rotación del motor (ω) da como resultado la potencia efectiva (P_e), conocida también como potencia al freno debido al mecanismo que se utiliza para su medición:

$$P_e = \tau * \omega \quad (1.9)$$

- **Potencia absorbida:** es la diferencia entre la potencia indicada y la potencia al freno. Utilizada para vencer el rozamiento entre las superficies (pistones, cojinetes, etc.) y dar movimiento a otros elementos que el motor necesita como la bomba de agua, el alternador, etc.

Calor rechazado o pérdidas: Hay dos clases de pérdidas:

- Pérdidas térmicas (refrigeración, lubricación y gases de escape).
- Pérdidas mecánicas (fricción, ruido, etc.), que son contabilizadas en la potencia absorbida.

Después de calcular todos los flujos de energía se puede obtener un balance de energía completo:

$$P_{te} = P_i + P_{Ra} + P_{Rg} \quad (\text{HP}) \quad (1.10)$$

$$P_i = P_e + P_{ab} \quad (\text{HP}) \quad (1.11)$$

$$P_{te} = P_e + P_{ab} + P_{Ra} + P_{Rg} \quad (\text{HP}) \quad (1.12)$$

Donde:

P_{te} = potencia teórica (HP).

P_i = potencia indicada (HP).

P_{Ra} = pérdidas por refrigeración (HP).

P_{Rg} = pérdidas por los gases de combustión (HP).

P_{ab} = potencia absorbida (HP).

Si se considera a la potencia teórica (P_{te}) como el 100% de la energía entregada al sistema, se puede obtener diferentes rendimientos o eficiencias del motor. Así se tiene que:

$$\text{Eficiencia Termodinámica indicada} = \frac{\text{Potencia indicada}}{\text{Potencia teórica}} \quad (1.13)$$

$$\text{Rendimiento Mecánico} = \frac{\text{Potencia efectiva}}{\text{Potencia indicada}} \quad (1.14)$$

$$\text{Eficiencia Termodinámica indicada} = \frac{\text{Potencia indicada}}{\text{Potencia teórica}} \quad (1.15)$$

El **octanaje** o **índice de octano** es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible (como la gasolina) a detonar prematuramente, cuando es comprimido dentro del cilindro de un motor. Indica la presión y temperatura a que puede ser sometido un combustible mezclado con aire, antes de auto-detonarse al alcanzar su temperatura de auto-ignición.

Si el combustible no tiene el índice de octano suficiente en motores con elevadas relaciones de compresión (8,5 - 10,5), se producirá el "autoencendido" de la mezcla, es decir, la combustión es demasiado rápida y dará lugar a una explosión prematura en la fase de compresión, provocando que el pistón sufra un golpe brusco y se reduzca drásticamente el rendimiento del motor, llegando incluso a provocar graves averías.

El índice de octano se obtiene por comparación del poder detonante de la gasolina con el de una mezcla de heptano e isooctano, asignándole a cada elemento de esta última un poder antidetonante de 0 y 100 respectivamente; de esta manera, una gasolina de 95 octanos correspondería en su capacidad antidetonante a una mezcla con el 95% de isooctano y el 5% de heptano.

Hay tres clases de octanajes:

- **Research Octane Number (RON)** - Octanaje medido en el laboratorio.
- **Motor Octane Number (MON)** - Octanaje probado en un motor estático.
- **Road ON** - Octanaje probado en la carretera.

El valor del RON se determina comparando el golpeteo que produce la gasolina con respecto al golpeteo que produce una sustancia patrón. Como patrón se utiliza una mezcla de isooctano (2, 2, 4-Trimetilpentano)- y n heptano. De ésta forma se determina el número de octanos del combustible con respecto al porcentaje de isooctano en la mezcla estándar. Así, una gasolina que produce el mismo ruido que la mezcla de 87 (87% isooctano y 13% n-heptano), se dice que tiene un octanaje de 87 octanos.

Existe otro tipo de octanaje llamado MON que indica de manera más exacta cómo se comporta el combustible cuando se carga. Esta definición también se basa en la mezcla de isooctano y n-heptano. La diferencia con el RON es que se sobrecarga más el motor en el ensayo: se utiliza una mezcla precalentada, el motor más revolucionado y tiempos de ignición variables. Dependiendo de la composición del combustible, el MON de una gasolina moderna estará 10 puntos por debajo del RON. Normalmente las especificaciones de combustible requieren de RON y MON.

Algunos combustibles como el GLP, GNC, etanol y metanol, dan un índice de octano mayor de 100. Si la gasolina no tiene suficiente octanaje se le añade algún aditivo como el etanol, el benceno o tetra etilo de plomo que ya no se utiliza en nuestro país.

1.7 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Se utilizan para conocer las variaciones de potencia, par motor y consumo de combustible en cada régimen de funcionamiento del motor. Permiten comparar un motor frente a beneficios y consumos, lo cual ayuda a saber cual es más rentable según las necesidades que se tenga. Estas curvas se refieren a las prestaciones que los motores suministran en un banco de pruebas (torque, potencia al freno, consumo específico de combustible, entre otros).

Los resultados obtenidos en el banco de pruebas sirven como un elemento comparativo válido, ya que se los realiza en condiciones muy cercanas al funcionamiento real.

Las curvas características han ido variando gracias a los progresos e innovaciones técnicas aplicadas a los motores actuales, pero sobre todo debido al control electrónico y al sistema de inyección que permite suministrar la cantidad de combustible requerida en el momento preciso, obteniéndose una mejor combustión con mayores prestaciones de par motor, potencia y menor

consumo de combustible. Existen dos tipos que son: curvas de velocidad y curvas de carga.

Curvas de velocidad: Las revoluciones del motor y la carga varían, mientras el acelerador se mantiene en una misma posición. Están dadas en función de las revoluciones y pueden ser:

- Torque (T) vs. RPM.
- Potencia al freno (Pf) vs. RPM.
- Eficiencia (η) vs. RPM.
- Consumo específico de combustible (c.e.c.) vs. RPM.

Curvas de carga: La velocidad de rotación permanece constante mientras la carga y el acelerador varían. Están en función de la potencia al freno y pueden ser:

- Consumo específico de combustible (c.e.c.) vs. Potencia al freno (Pf.)
- Consumo de combustible (c.c.) vs. Potencia al freno (Pf.)
- Eficiencia (η) vs Potencia al freno (Pf.)

La principal aplicación de estas curvas son los motores de generación de corriente eléctrica y los motores que manejan sistemas de bombeo, debido a que la frecuencia de la energía eléctrica generada es función directa de las revoluciones del motor, además, de las características propias del generador. Por lo tanto, estas se obtienen dependiendo de la utilidad del motor.

1.8 EMISIONES CONTAMINANTES

El motor de combustión interna está estrechamente relacionado con un problema social surgido por la utilización creciente del mismo. Este es responsable de la emisión de sustancias tóxicas, de los llamados "gases de invernadero" y producción de altos niveles de ruido.

Las principales formas en que el motor de combustión interna influye sobre el medio ambiente son:

1. Agotamiento de materias primas no renovables consumidas durante el funcionamiento de los mismos.
2. Consumo de oxígeno que contiene el aire atmosférico.
3. Emisión y contaminación de la atmósfera con gases tóxicos que perjudican al hombre, la flora y la fauna.
4. Emisión de sustancias que provocan el llamado efecto invernadero contribuyendo a la elevación de la temperatura de nuestro planeta.
5. Consumo de agua potable.
6. Emisión de altos niveles de ruido a la atmósfera que disminuye el rendimiento de los trabajadores y ocasiona molestias en sentido general.

Los gases emitidos por los motores de gasolina son:

- Gases de escape:
 - monóxido de carbono (CO)
 - carbono puro (C)
 - anhídrido carbónico (CO₂)
 - vapor de agua (H₂O)
 - hidrógeno puro (H)
 - hidrocarburos (HC)
 - óxidos de nitrógeno (NO_x)
 - anhídrido sulfuroso (SO₂)
 - plomo (Pb)

La combustión incompleta de carburante en los cilindros de un motor es directamente proporcional a la emisión de sustancias tóxicas en los gases de escape y son:

- Gases contaminantes
 - monóxido de carbono.
 - hidrocarburos

- carbono
- óxidos de nitrógeno
- anhídrido sulfuroso
- plomo

Además de los gases de escape de los motores de combustión interna, otras fuentes de toxicidad son también los gases del cárter y la evaporación del combustible a la atmósfera. Incluso en un motor bien regulado existen cantidades de componentes tóxicos que se expulsan durante su funcionamiento. Estos tienen gran responsabilidad en los niveles de emisión de sustancias que provocan el "efecto invernadero", fundamentalmente del dióxido de carbono y los óxidos nitrosos.

Se sabe por otra parte, que los motores a gasolina producen ruido, principalmente provocados por: la admisión, deformación de las paredes de la cámara de combustión durante la compresión, combustión y expansión, el provocado por las oscilaciones del motor sobre la suspensión, por golpes durante el trabajo de los mecanismos, por el funcionamiento de agregados del motor y el ruido durante el escape de los gases.

1.9 PRINCIPALES SISTEMAS DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

En el desarrollo del presente proyecto es importante describir los elementos y sistemas principales del motor de ciclo Otto, ya que en el proceso de adaptación del sistema de GLP se realizarán algunas modificaciones. En la Figura 1.7 se pueden observar de manera general los principales elementos mecánicos que componen un motor y a continuación la función de cada uno de estos:

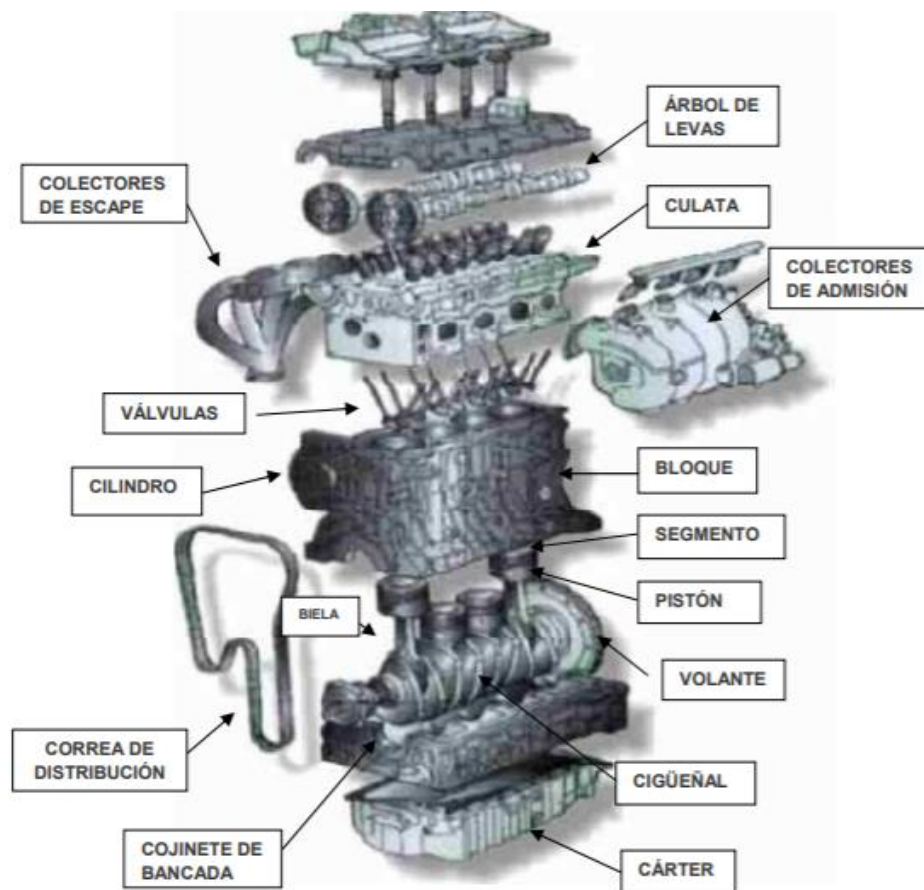


Figura 1.7 Elementos de un motor básico de ciclo Otto⁷.

La culata: situada en la parte superior del motor donde se aloja a las válvulas y los conductos que canalizan la admisión y el escape. Cierra los cilindros.

Las válvulas: al abrir y cerrar se encargan de dar paso a la entrada de los gases (admisión) y dar salida a los gases quemados de la combustión (escape).

El árbol de levas: es el encargado de abrir y cerrar las válvulas. Está situado en la culata y en este caso es doble.

Los cilindros: donde suben y bajan los pistones. Pueden ir mecanizados en el bloque o encamisados.

El bloque: es la estructura principal donde están los cilindros, se ubica la bancada y se asienta el cigüeñal.

Los pistones: que se deslizan por los cilindros con movimiento rectilíneo alternativo.

Los segmentos: se encargan de conseguir un cierre hermético de la cámara de combustión.

Las bielas: transmiten el movimiento de los pistones del cigüeñal.

El cigüeñal: recibe la fuerza de los pistones por medio de la biela y la transforma en movimiento giratorio.

Los cojinetes de bancada: sobre los que gira el cigüeñal dentro del bloque de los cilindros.

El volante: esta unido al cigüeñal y proporciona la inercia necesaria para que el pistón vuelva a subir después del tiempo de explosión.

La correa de la distribución: encargada de unir en giro sincronizado el movimiento del cigüeñal y árbol de levas.

Colectores de admisión: son los que canalizan los gases de entrada a los cilindros.

Colectores de escape: conduce los gases quemados de la combustión desde la culata hasta el exterior.

Carter: recipiente donde se aloja el aceite de engrase y está situado en la parte inferior del bloque.

El motor tiene varios sistemas y sub-sistemas. A continuación se describen de manera general los principales.

1.9.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Se encarga de suministrar al motor el combustible necesario para su funcionamiento, esta compuesto de un depósito, una bomba, tuberías rígidas de acero y flexibles de goma y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido (un sistema de carburador o un sistema de inyección son dispositivos utilizados con este fin), en los motores de varios cilindros éste se conduce a los cilindros a través de un tubo ramificado llamado colector o múltiple de admisión.

1.9.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Tiene como función permitir la apertura y cierre de las válvulas en forma sincronizada con los desplazamientos del pistón (Figura 1.8). Permite el llenado de los cilindros con la mezcla aire-combustible, su encendido y vaciado a fin de aprovechar al máximo la energía química del combustible. Por lo general, éste sistema es el encargado de coordinar también la señal de encendido.



Figura 1.8 Sistema de distribución⁸.

1.9.3 SISTEMA ELECTRICO

Formado por: la batería, el alternador, el motor de arranque, el sistema de luces y otros subsistemas auxiliares como limpiaparabrisas o aire acondicionado además del cableado correspondiente. La batería almacena energía para alimentar los diferentes sistemas eléctricos. Cuando el motor está en marcha, el alternador es movido por el cigüeñal y mantiene el nivel de carga de la batería (Figura 1.9).

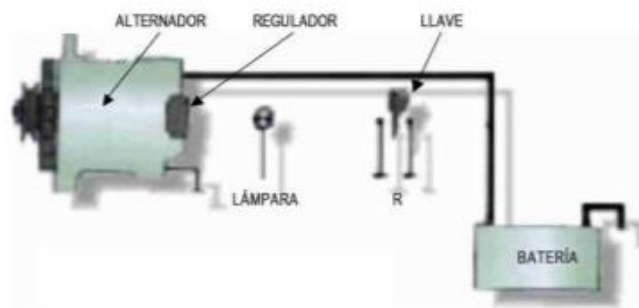


Figura 1.9 Esquema de conexión de un alternador⁹.

1.9.4 SISTEMA DE ENCENDIDO

Tiene la función de iniciar la ignición o inflamación de la mezcla aire-combustible comprimido en el interior del cilindro (Figura 1.10). La batería o fuente de poder proporciona la energía eléctrica necesaria para producir el arco eléctrico requerido, la electricidad producida por ésta es de tipo corriente continua (C.C.) con voltaje de 12 V. En los motores de ciclo Otto, el elemento encargado de provocar la explosión en cada cilindro es la bujía que contiene en uno de sus extremos dos electrodos separados entre los que la corriente de alto voltaje produce un arco eléctrico que enciende el combustible dentro del cilindro y esta fijada a la pared superior de cada cilindro. La corriente que llega a las bujías debe ser de alta tensión, por lo menos de 14000 V, pero teniendo en cuenta posibles pérdidas del sistema deben generarse hasta 30000V.

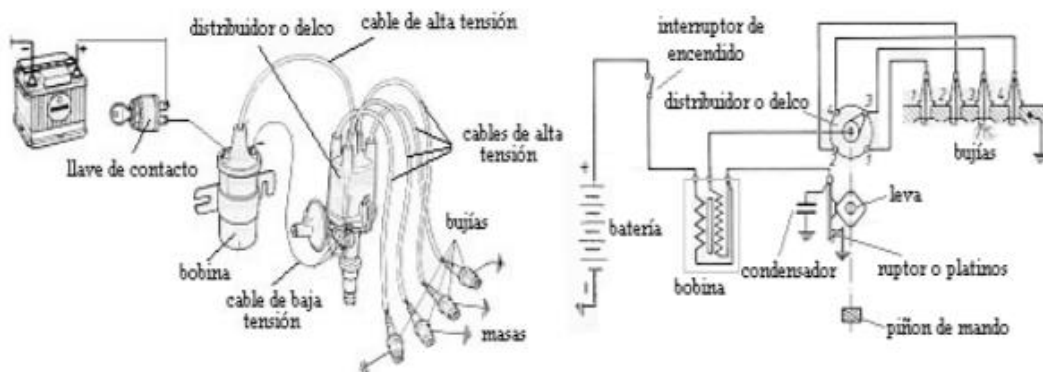


Figura 1.10 Elementos básicos que componen el sistema de encendido y su esquema eléctrico¹⁰.

30000 V. necesarios es la bobina (Figura 1.11), que es un auto-transformador de alto voltaje conectado a un conmutador que interrumpe la corriente del primario para inducir la chispa de alto voltaje en el secundario. El distribuidor es el elemento encargado de transmitir la corriente a cada bujía en el momento adecuado según el orden de encendido, que están sincronizadas con la etapa de compresión de cada uno de los cilindros.

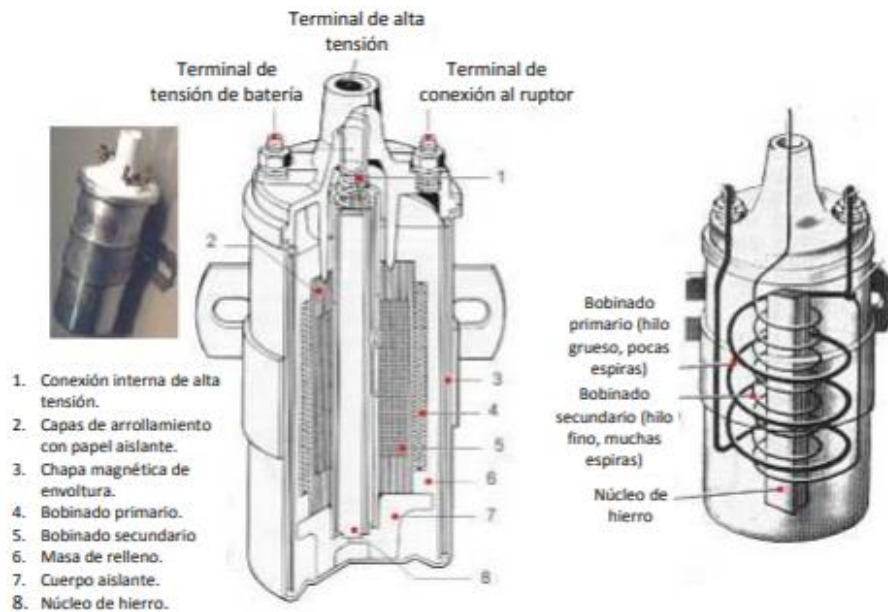


Figura 1.11 Sección de una bobina de encendido¹¹.

Encendido electrónico para inyección de gasolina: En la actualidad los sistemas de inyección electrónica de gasolina se combinan con un encendido electrónico integral aprovechando muchos de los sensores que les son comunes y la propia unidad de control (UCE). Dentro de estos sistemas de encendido se pueden encontrar los que siguen usando el distribuidor y los que lo suprimen por completo (encendido electrónico estático DIS).

Hay dos tipos de encendido electrónico: el convencional (Figura 1.12) con distribuidor, en el que la UCE determina el instante de salto de chispa en cada cilindro, repartiendo el distribuidor la chispa a cada bujía en el orden de encendido adecuado y, el encendido electrónico estático (DIS) que suprime el distribuidor.

El sistema de encendido DIS (Figura 1.13) para un motor de cuatro cilindros, usa una bobina doble con cuatro salidas de alta tensión.

1. UCE.
2. Bobina.
3. Distribuidor o Delco.
4. Bujías.
5. Amplificador.
6. Bobina doble con 4 salidas.

Amplificador: tiene la función de amplificar la señal de mando que manda la UCE a la bobina.

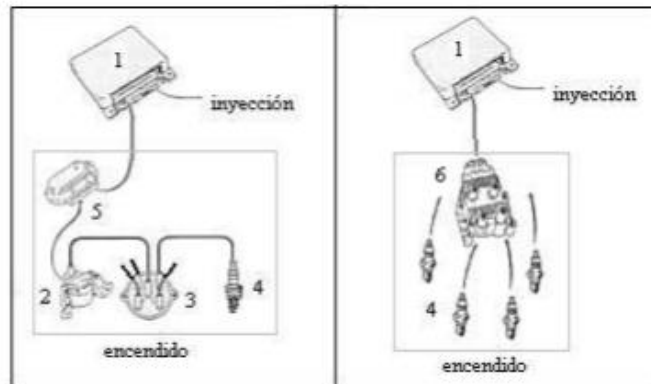


Figura 1.12 Sistema de encendido electrónico para inyección de gasolina convencional¹².

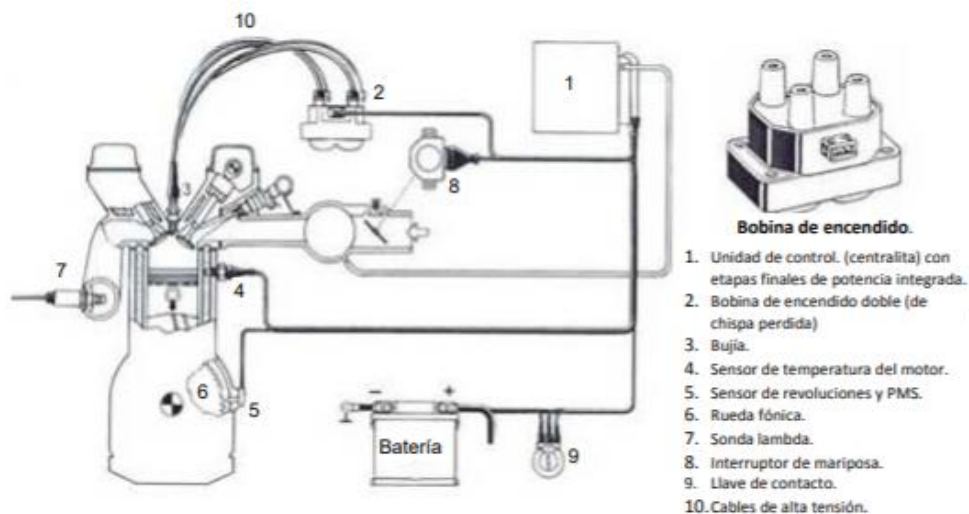


Figura 1.13 Esquema de un sistema de encendido estático (DIS) ¹³.

1.9.5 SISTEMA DE ARRANQUE

Los motores de combustión interna no producen un par de fuerzas cuando arrancan, por lo que debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo utilizando un motor eléctrico (motor de arranque), conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor. Otros sistemas de encendido de motores son los iniciadores de inercia que

aceleran el volante manualmente o con un motor eléctrico hasta que tiene la velocidad suficiente como para mover el cigüeñal. Existen otros sistemas de arranque como los explosivos que se utilizan sobre todo para arrancar motores de aviones.

1.9.6 SISTEMA DE REFRIGERACION

Tiene como función enfriar el motor, debido a que la combustión produce calor. Los sistemas más utilizados son de aire y de agua (Figura 1.14). Los motores que se refrigeran con aire tienen en el exterior un conjunto de láminas de metal que disipan el calor producido dentro del cilindro. Otros motores utilizan el agua, ésta se refrigera al pasar por las láminas de un radiador; es conveniente utilizar un anticongelante que hierve a más temperatura que el agua para evitar altas presiones y no se congela a temperaturas muy bajas, además éste no produce sarro ni sedimentos que se adhieren en las paredes del motor y del radiador.

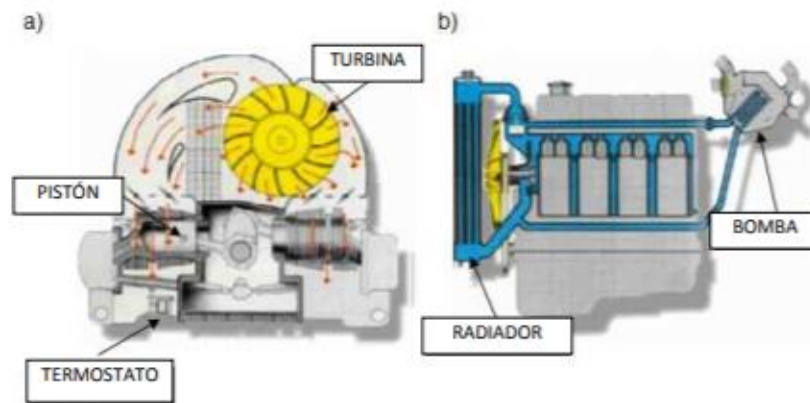


Figura 1.14 Sistemas de refrigeración: a) Con aire. b) Con agua¹⁴.

1.9.7 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

La función de éste es proporcionar al motor el lubricante necesario a las presiones y flujos requeridos. Este sistema se encarga de interponer una capa de lubricante entre las piezas móviles con el fin de disminuir el roce, desgaste y mantener una movilidad adecuada de las mismas (Figura 1.15).

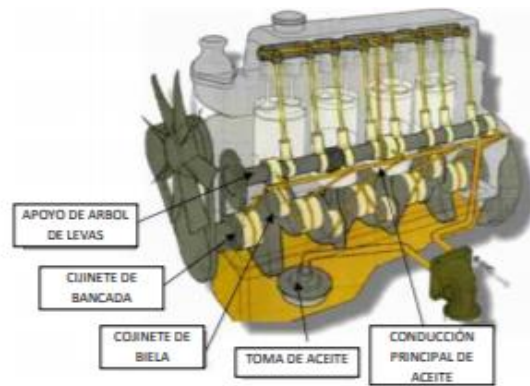


Figura 1.15 Sistema de lubricación¹⁵.

1.9.8 SISTEMA DE ESCAPE

Tiene por función permitir la adecuada salida de los gases producidos por la combustión del motor desde el interior de los cilindros, crear un diferencial de presiones entre la admisión y el escape del cilindro haciendo posible admitir mezcla aire-combustible nueva al interior de este y, atenuar el ruido producido por las explosiones del encendido de la mezcla aire-combustible por medio de un silenciador; así mismo, este sistema puede contar con un elemento catalizador (Figura 1.16).

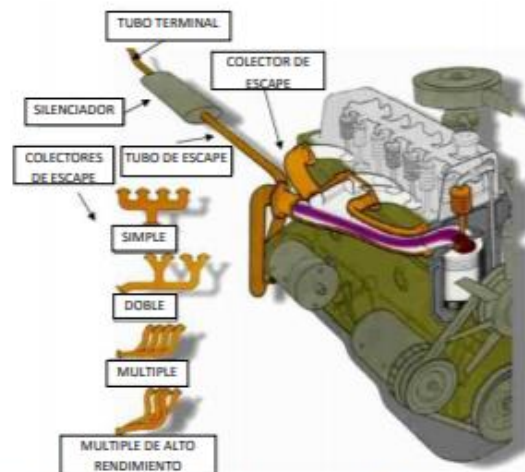


Figura 1.16 Componentes básicos del sistema de escape¹⁶.

1.9.9 SISTEMA DE CAMBIOS O CAJA DE CAMBIOS

Modifica las relaciones de velocidad y potencia entre el motor y las ruedas motrices (Figura 1.17). En los automóviles europeos, el más usado es la caja de cambios convencional, de engranajes desplazables. En los automóviles americanos se utilizan mucho más los sistemas Hydra-Matic y los convertidores de par o torsión.



Figura 1.17 Caja de Cambios¹⁷.

Una caja de cambios convencional proporciona cuatro o cinco marchas hacia delante y una marcha atrás, formada esencialmente por dos ejes dotados de piñones fijos y desplazables de diferentes tamaños (Figura 1.18).

La transmisión de tipo Hydra-Matic combina el embrague hidráulico o convertidor de torsión con una caja de cambios semiautomática. Un regulador controlado por la presión ejercida sobre el pedal del acelerador selecciona las marchas a través de un sistema de válvulas distribuidoras de control hidráulico. El cambio Hydra-Matic proporciona dos o tres marchas hacia delante.

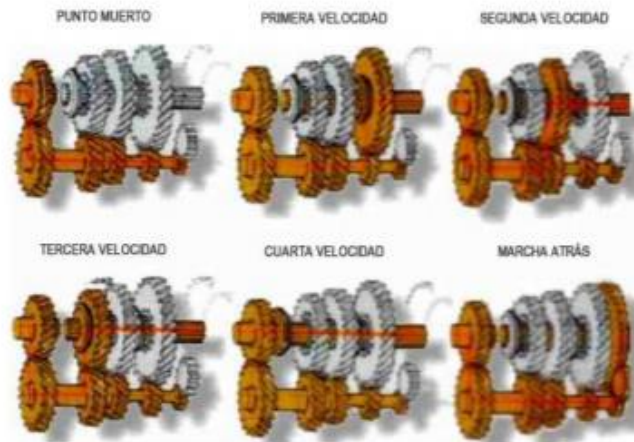


Figura 1.18 Relación de velocidades de la caja de cambios ¹⁸.

1.9.10 SISTEMA DE EMBRAGUE

El embrague es un sistema intermediario constituido por una prensa que presiona un disco entre su placa y la superficie del volante del motor, transmitiendo la potencia de éste al eje de mando o eje motriz de la caja de cambios. Permite conectar y desconectar el motor a la transmisión con libre movimiento de la caja de cambios en un adecuado cambio de relaciones de velocidades. Puede ser de comando mecánico o hidráulico y está diseñado para que el conductor aplique a voluntad la potencia del motor a la caja de velocidades.

1.10 PRINCIPALES SISTEMAS DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR A GASOLINA.

1.10.1 SISTEMA DE CARBURACIÓN.

La carburación consiste en mezclar una determinada cantidad de combustible con otra de aire, y suministrar una adecuada cantidad de esta mezcla pulverizada a cada cilindro del motor para su explosión y combustión, generando una fuerza necesaria para mover un árbol o eje que originará el movimiento de un automóvil;

comienza cuando se realiza la mezcla de gasolina con el aire, y termina cuando ésta empieza a quemarse en los cilindros.

En la carburación intervienen los carburadores, el colector de admisión, las válvulas de admisión, e incluso las cámaras de combustión y los pistones (Figura 1.19).

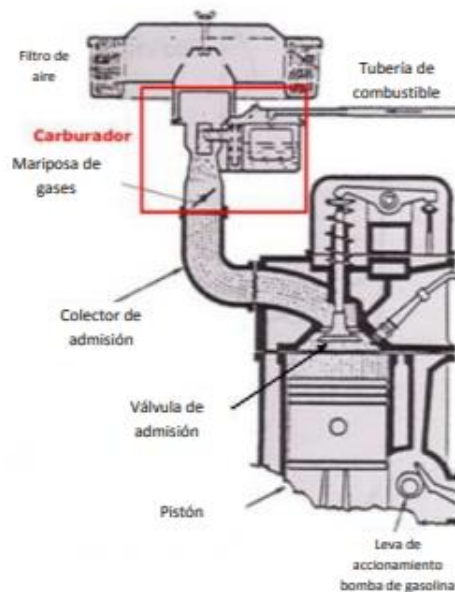


Figura 1.19 Elementos que intervienen en la carburación¹⁹.

Relación aire/combustible: Una buena carburación consiste en una pulverización extrema del combustible (gasolina) que facilite una mezcla estequiométrica ideal con el aire. La dosificación exacta de la mezcla viene determinada por la relación estequiométrica (R_e) o relación teórica que consiste en la cantidad de aire necesario para quemar una cantidad exacta de combustible. Experimentalmente se ha comprobado que la relación 1/14,7 (1 gr de gasolina por 14,7 gr de aire) denominada mezcla perfecta, asegura la completa combustión del carburante. Pero esta relación aire/gasolina no supone una potencia ni economía máximas.

Las características que debe reunir la mezcla suelen ser las siguientes: riqueza para el arranque; menor riqueza para poca velocidad y ralentí; poca riqueza para velocidad moderada, y mucha riqueza para aceleraciones y velocidades altas. Es decir, en estos casos será:

- dosificación mínima para ralentí 1/22 ($R_c = 0,7$).
- dosificación máxima para arranque en frío 1/4,5 ($R_c = 3,3$).
- dosificación para potencia máxima 1/12,5 ($R_c = 1,2$).
- dosificación para máximo rendimiento 1/18 ($R_c = 0,85$).

La relación estequiométrica (Re) para los combustibles empleados en motores de combustión interna es:

$$Re = \frac{\text{peso de combustible}}{\text{peso de aire}} = \frac{1}{14.7} \quad (2.1)$$

La relación entre el volumen de aire aspirado y el volumen teóricamente necesario para una correcta combustión nos da el parámetro λ . Teniendo como referencia: $\lambda = 1$, volumen de aire aspirado, corresponde con el teórico necesario; $\lambda < 1$ falta de aire (mezcla rica); $\lambda > 1$ exceso de aire (mezcla pobre); $\lambda > 1.3$ mezcla ya no es inflamable. En la práctica los valores para λ comprendidos entre 0.9 y 1.1 son los más adecuados.

El carburador: Es un mecanismo dosificador de combustible capaz de mantener y entregar una cantidad adecuada de mezcla aire/combustible para los distintos regímenes de funcionamiento del motor. Está formado por un depósito de carburante, una bomba que impulsa la gasolina hasta la cuba del carburador, y varios filtros y dispositivos que impiden la entrada de impurezas (Figura 1.20).

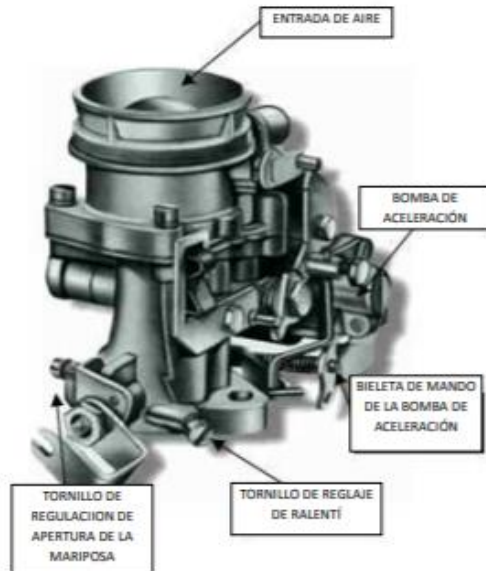


Figura 1.20 El carburador²⁰.

El funcionamiento del carburador se basa en el efecto venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genere una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible (Figura 1.21).

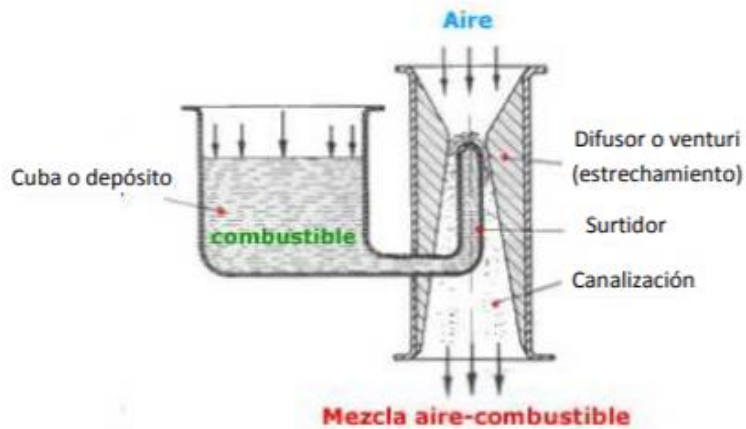


Figura 1.21 Esquema del principio de funcionamiento del carburador²¹.

cantidad de gasolina, para que después llegue a las cámaras de combustión una mezcla de riqueza adecuada, al ser éste un elemento mecánico todo su funcionamiento se basa en la depresión que crean los pistones del motor en su carrera de bajada hacia el PMI. El vacío parcial que se crea en el cilindro cuando los pistones descienden en el tiempo de admisión absorbe aire a la cámara de combustión, atravesando el carburador, la cantidad que pasa depende de las revoluciones del motor y está limitada por una aleta basculante llamada regulador de mariposa, cuya apertura y cierre se controla desde el pedal del acelerador..

Los elementos básicos que componen un carburador (Figura 1.22) son:

- **Cuba del carburador.** Tiene como misión mantener constante el nivel de combustible a la salida del surtidor. Está constituida por un depósito (5), una malla de filtrado (1) y una válvula de paso (2), accionada en su apertura o cierre por una boya o flotador (4). La regulación de entrada de combustible en la cuba consiste en una válvula que tiene una aguja, unida a la boya por medio de un muelle intermedio (3).
- **Surtidor.** Consiste en un tubo calibrado (7). Por su parte inferior va unido a la cuba de la cual recibe combustible. A la salida de la cuba va montado un calibre o chicleur (6) cuyo paso de combustible rigurosamente calibrado y de gran precisión guarda relación directa con el difusor adecuado para cada tipo de motor y tiene la misión de dosificar la cantidad de combustible que puede salir por el surtidor.
- **Colector o canalización de aire y difusor (venturi).** Forma parte del cuerpo del carburador y va unido por un lado al colector de admisión del motor y por el otro al filtro del aire. En el colector va situado el difusor o venturi que es simplemente un estrechamiento cuya misión es aumentar la velocidad del aire (sin aumentar el caudal) que pasa por esa zona y obtener así la depresión necesaria para que fluya el combustible por el surtidor. El diámetro mínimo o estrechamiento máximo del difusor guarda relación directa con el calibre (chicleur) del surtidor para obtener la dosificación correcta de la mezcla. Asimismo, la forma y dimensiones de

los conos de entrada y salida de aire guardan una cierta relación con las dimensiones del colector.

- **Válvula de mariposa.** Sirve para regular el paso del aire y por lo tanto de la mezcla aire-combustible y con ello el llenado de los cilindros. Se acciona por el pedal del acelerador a través de un cable de tracción que une el pedal con el carburador.
- **Filtro de aire.** Tiene como función filtrar el aire de entrada para evitar que el polvo o suciedad, pasen al motor reteniendo las partículas abrasivas en suspensión, para evitar el rayado de los cilindros y su desgaste, además permite la amortiguación del ruido provocado por la entrada de aire. Existen de varios tipos: secos, húmedos y mixtos.

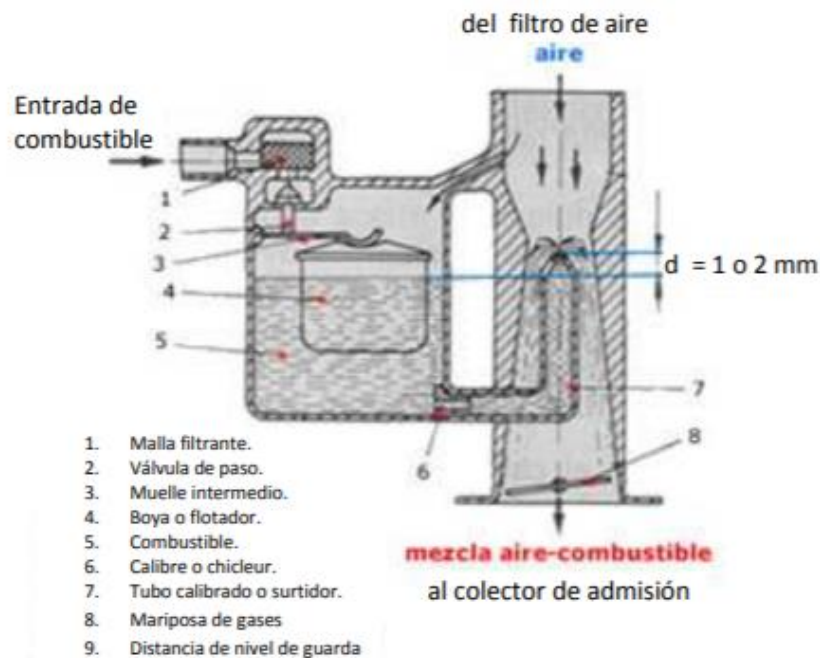


Figura. 1.22 Carburador elemental²².

El carburador elemental por si mismo no sirve para instalarlo en un vehículo, ya que no se adapta a las diferentes fases o regímenes de funcionamiento del mismo. Para poder conseguir unas dosificaciones de mezcla adaptadas a todas

necesitamos unos dispositivos para la corrección automática de la mezcla. Estos se pueden observar en la Figura 1.23 y son:

- Un sistema de funcionamiento para marcha normal, constituido por el carburador elemental, adecuando la dosificación de la mezcla a una teórica de 1/14,7.
- Un circuito que proporciona la cantidad de combustible necesario para el funcionamiento del motor a bajas revoluciones (ralentí).
- Un sistema automático corrector de mezclas, formado por el circuito compensador de aire, para que a bajas y altas revoluciones del motor la mezcla se mantenga igual a la teórica.
- Un circuito economizador de combustible, para adecuar la riqueza de la mezcla a una de máximo rendimiento, con independencia de la carga de los cilindros.
- Un circuito enriquecedor de mezcla (bomba de aceleración), para casos críticos de funcionamiento a máxima potencia.
- Un dispositivo para el arranque del motor en frío.

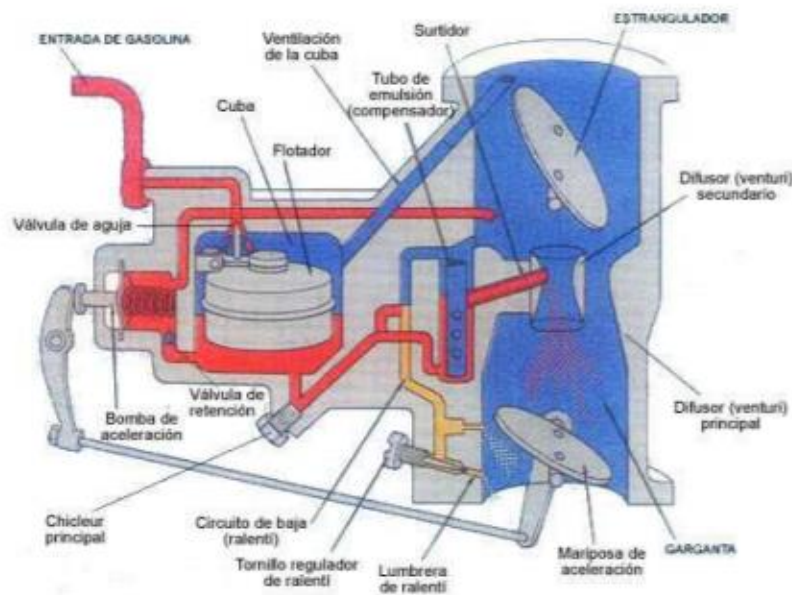


Figura 1.23 Carburador elemental y dispositivos necesarios para el funcionamiento dentro del motor²³

Existen muchas marcas y tipos de carburadores, entre las marcas están: Solex, Zenith, Weber, Stromberg, Carter, Irz, etc. Según la forma y disposición de sus elementos constructivos, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- De difusor fijo.
- De difusor variable.
- Dobles.
- De doble cuerpo o escalonado.

El carburador de difusor fijo consta de varios calibres y de una bomba de aceleración que permiten variar la mezcla según las necesidades del motor. Se caracterizan por mantener constante el diámetro del difusor o venturi con lo cual la velocidad del aire y la depresión creada a la altura del surtidor son siempre constantes para cada régimen del motor en función de la mayor o menor apertura de la mariposa de gases. Este tiene un sistema de compensación que mezcla algo de aire con la gasolina antes de que esta entre en el difusor. En la mayor parte de estos carburadores la compensación se efectúa mediante un tubo perforado que emulsiona la mezcla. Se puede hacer otra clasificación dentro de los de difusor fijo (Figura 1.24) y tiene que ver con la posición del colector de aire y su difusor; estos son:

- Vertical ascendente.
- Vertical descendente o invertido (el mas utilizado).
- Horizontal o inclinado.



Al igual que el difusor fijo, el carburador de difusor variable (Figura 1.25) tiene una alimentación de carburante a nivel constante y dispone de una mariposa de acelerador y de un venturi. La diferencia principal estriba en que el estrechamiento del venturi puede variarse con objeto de mantener un vacío parcial casi constante en el surtidor principal. Este tipo se emplea principalmente en motocicletas, aunque también ha sido usado por automóviles de origen británico como: Rolls-Royce, Jaguar, grupo BMC, etc.

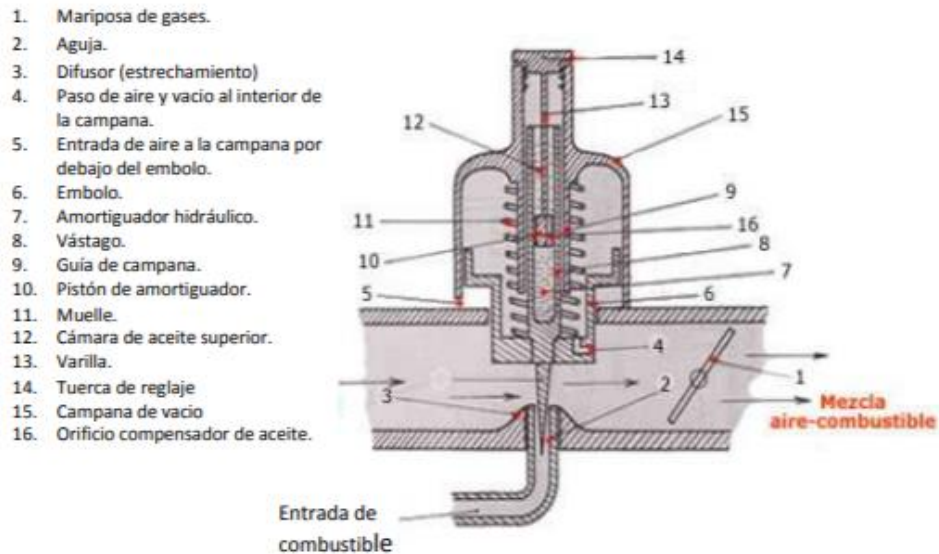


Figura 1.25 Esquema de un carburador con difusor variable²⁵.

1.10.2 SISTEMA DE INYECCION ELECTRÓNICA DE GASOLINA

La inyección de combustible es un sistema de alimentación de motores de ciclo Otto que se utiliza en vez del de carburación. Actualmente es más utilizado ya que permite una mejor dosificación del combustible, permitiendo manejar de mejor manera las distintas fases de funcionamiento del motor: ralentí, carga parcial, plena carga, aceleración, desaceleración y obteniendo ventajas en relación con las exigencias de potencia, consumo de combustible, comportamiento de marcha, así como de disminución de elementos contaminantes en los gases de escape.

En el sistema a inyección, la mezcla aire-combustible es suministrada al motor a presión por medio de unas pequeñas boquillas inyectoras. Los elementos básicos que lo componen se pueden observar en la Figura 1.26:

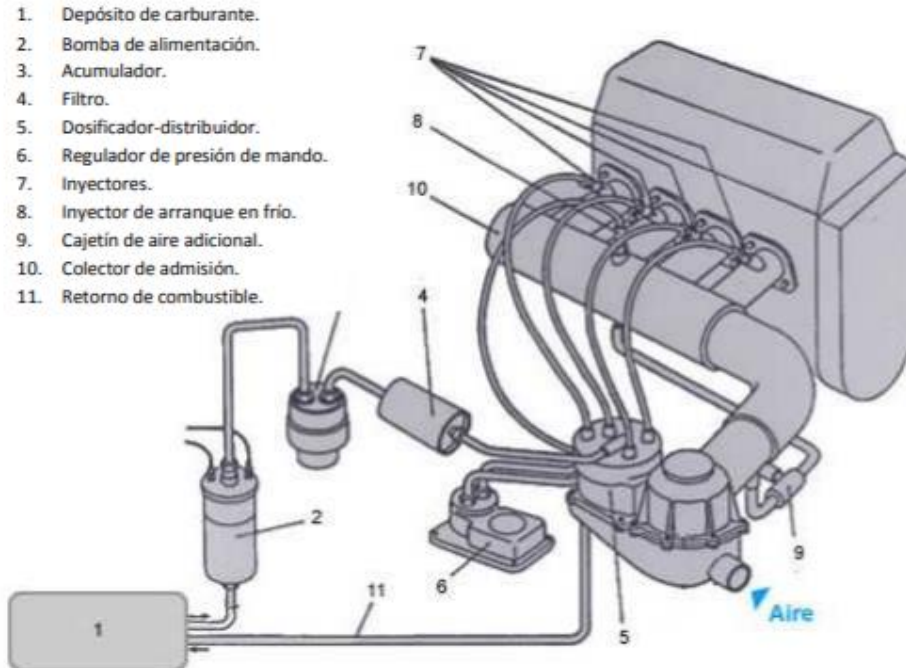


Figura 1.26 Partes de un sistema básico de inyección de combustible²⁶.

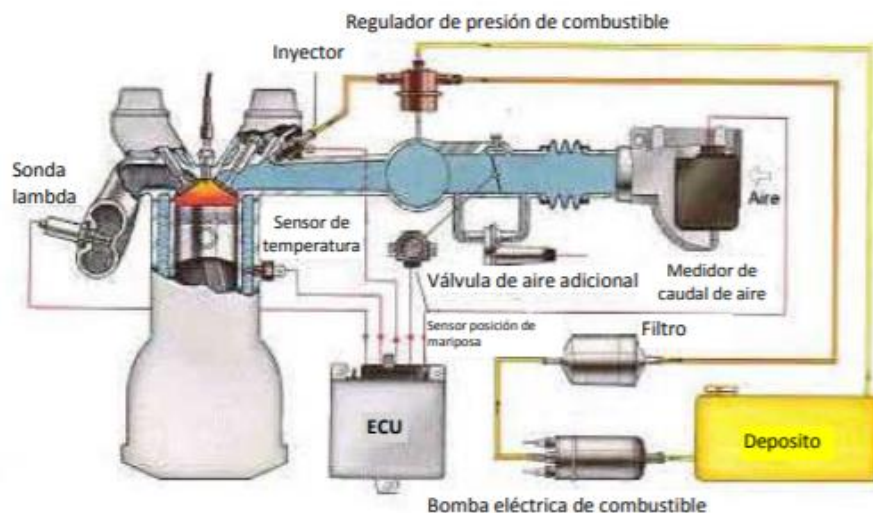
Existen algunas clasificaciones de los sistemas de inyección, pero la más importante es:

- Sistema de inyección mecánico, electrónico y mixto.
- Sistema de inyección directa e indirecta.
- Sistema de inyección monopunto y multipunto.

Al principio se usaban sistemas de inyección mecánica, pero en la actualidad la inyección electrónica es lo más utilizado, debido a que dispone de innumerables dispositivos de alta sensibilidad para suministrar a los cilindros la cantidad de combustible adecuado, y no requiere de un distribuidor mecánico de alta presión.

1. **Circuito de gasolina:** Encargado de proveer el combustible y llevarlo hasta las válvulas de admisión, generando la presión necesaria y manteniéndola constante para la inyección. Este está compuesto por: depósito, bomba de combustible, filtro, tubo o rampa de distribución, regulador de presión y válvulas de inyección.
2. **Sistema de aspiración:** Hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta de: filtro de aire, colector de admisión, mariposa y los tubos de admisión.
3. **Sistema de control:** O unidad electrónica de control (ECU) analiza las señales suministradas por los sensores y a partir de ellas genera los impulsos de mando correspondientes para las válvulas e inyección.
4. **Sensores:** Registran las magnitudes características del motor para cada estado de servicio. Las más importantes son: el caudal de aire aspirado, que es registrado por el caudalímetro o sonda volumétrica y el régimen de revoluciones del motor. Otros sensores registran la posición de la mariposa y las temperaturas del aire aspirado y del motor.

Un sistema de inyección electrónica L-jetrónic, con los elementos básicos se puede observar en la Figura 1.27:



En el sistema de inyección directa (Figura 1.28) el combustible se pulveriza dentro de la cámara de combustión o cilindro.

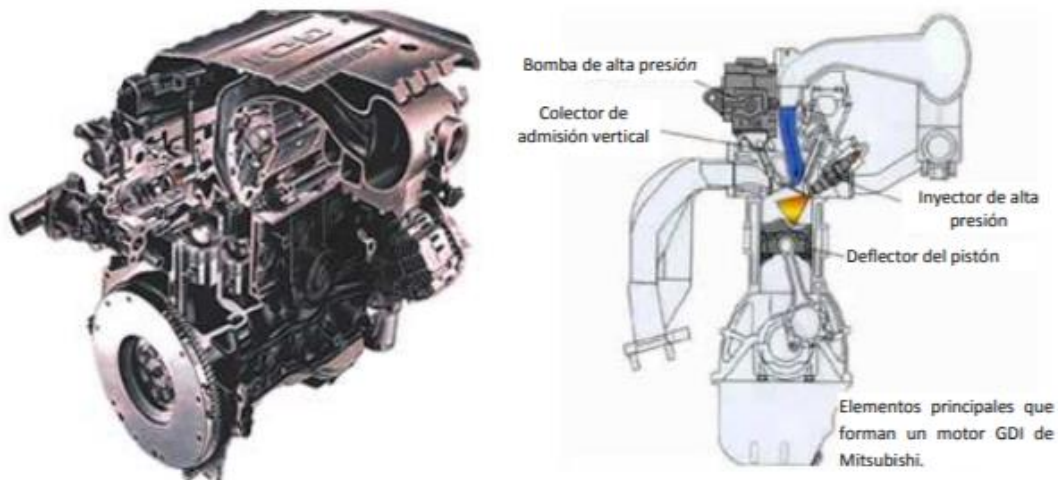


Figura 1.28 Sistema de inyección directa (GDI) desarrollado por la Mitsubishi²⁸.

El sistema de inyección indirecta pulveriza el combustible en el colector de admisión, éste es el mas empleado en la actualidad, dándose un menor consumo (se crean turbulencias de aire favorables para el llenado del cilindro), mayor potencia (debido al adecuado llenado los cilindros), mejor comportamiento de marcha (por la inyección exacta de cantidad de gasolina en el momento preciso) y baja emisión de elementos contaminantes (por una combustión mejorada debido a la precisión en la proporción de la mezcla).

La inyección indirecta puede realizarse principalmente de dos modos: inyectando el combustible en los colectores de admisión delante de las válvulas de admisión para lo cual se necesita una válvula de inyección por cilindro (equipos multipunto), o bien en el colector central a través de un único inyector (equipos monopunto) (Figura 1.29).

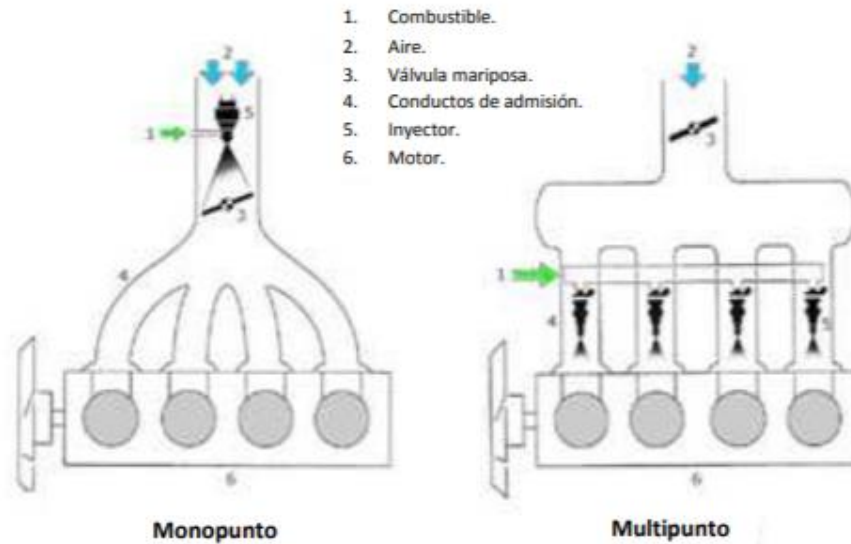
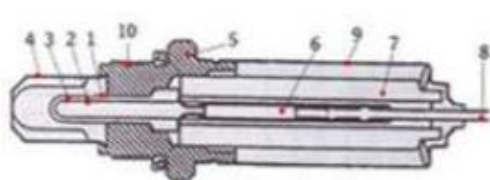


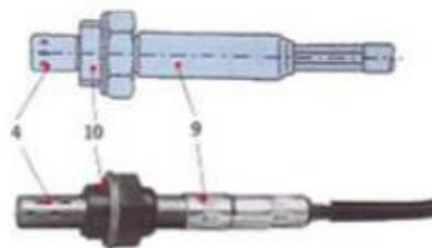
Figura 1.29 Sistemas de inyección monopunto y multipunto²⁹.

Entre los sistemas de inyección multipunto se puede hacer una clasificación atendiendo a la secuencia de inyección: continua, que inyecta gasolina constantemente, la cual entra a la cámara de combustión cuando se abre la válvula de admisión; y la discontinua o intermitente, que tiene dos modalidades: de forma simultánea en la que todos los inyectores se abren a la vez y una vez por cada tiempo del motor; y secuencial, en el que cada inyector deja abierto el paso de gasolina sólo en el preciso momento en el que la válvula de admisión está abierta, de forma que la gasolina entra directamente a la cámara de combustión.

Sensor lambda: Su construcción es la siguiente (Figura 1.30): una parte del cuerpo de cerámica se encuentra sumergida en el flujo de los gases de escape, la otra parte está en contacto con el aire exterior. La superficie del cuerpo de cerámica (dióxido de circonio) está provista de electrodos de una fina capa de platino permeable a los gases. Adicionalmente, la parte expuesta a los gases de escape lleva una capa porosa de cerámica como protección contra el ensuciamiento por residuos de la combustión.



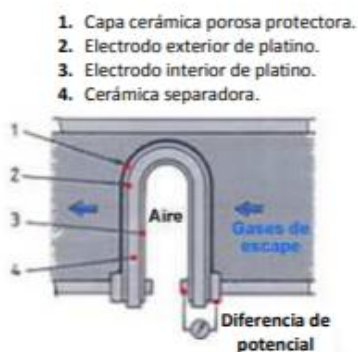
1. Electrodo exterior.
2. Electrodo interior.
3. Cerámica intermedia.
4. Tubo protector.
5. Cuerpo soporte metálico.
6. Electrodo de contacto.
7. Aislante térmico cerámico.
8. Conexión eléctrica.
9. Envoltura protectora.
10. Rosca de montaje



Esquema y aspecto real de una sonda lambda

Figura 1.30 Sensor lambda³⁰.

El funcionamiento (Figura 1.31) se basa en la conductividad que adquiere el material cerámico, a partir de la temperatura de aproximadamente 300 °C, para los iones de oxígeno. Si se da una diferencia de contenido de oxígeno en ambos lados del sensor, se produce una tensión eléctrica entre ambas superficies debido a las propiedades especiales del material utilizado.



Principio de funcionamiento de la sonda lambda

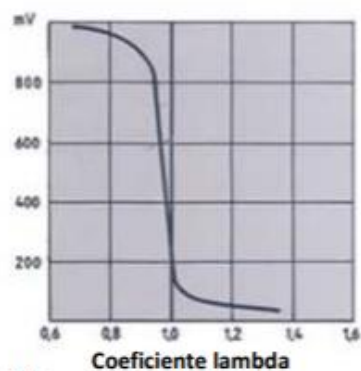


Figura 1.31 Principio de funcionamiento del sensor lambda³¹.

Los gases de escape del motor tienen también en una combustión con exceso de combustible una parte de oxígeno residual (con la composición de la mezcla $\lambda = 0.95$, por ejemplo 0.2 a 0.3 % en volumen). El contenido de oxígeno residual depende en gran parte de la composición de la mezcla de aire y

combustión. Esta dependencia permite tomar la cantidad de oxígeno en los gases de escape como medida de la relación de aire y combustible λ .

Catalizador: Consta de una carcasa de chapa rellena de material granulado o un cuerpo alveolar. La superficie de éste material o cuerpo está cubierta con masa catalítica (metales nobles u óxido de metal). No se altera con la recombustión, sino que la favorece su presencia. La utilización de los catalizadores para la recombustión esta condicionada a la utilización de combustible libre de plomo.

Inyector: Se lo puede definir como una válvula a la cual se le hace llegar gasolina a presión por sus conductos y está comandada por una unidad de control la cual abre el inyector un tiempo determinado en función a varios parámetros, como son: el valor de la sonda λ , temperatura del motor (agua y aceite), revoluciones del motor, temperatura del aire de admisión, posición del pedal del acelerador, etc. Los parámetros con que se va a regir, dependerán del fabricante (Figura 1.32).

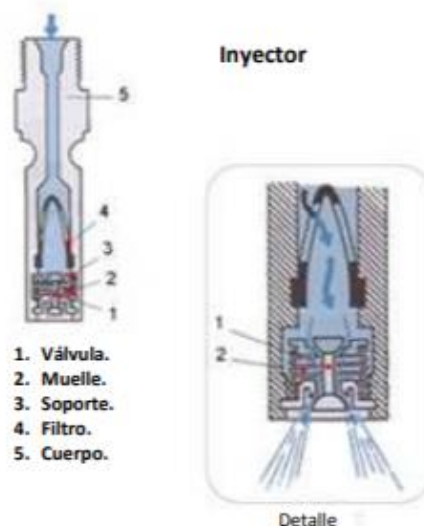


Figura 1.32 Inyector de gasolina³².

Existen muchos sistemas de inyección electrónica de gasolina creados por diferentes casas o distribuidores de autos, teniendo cada uno características comunes y diferentes. A continuación en la Figura 1.33 se puede observar una clasificación de los sistemas de inyección indirecta de gasolina que son los más utilizados:

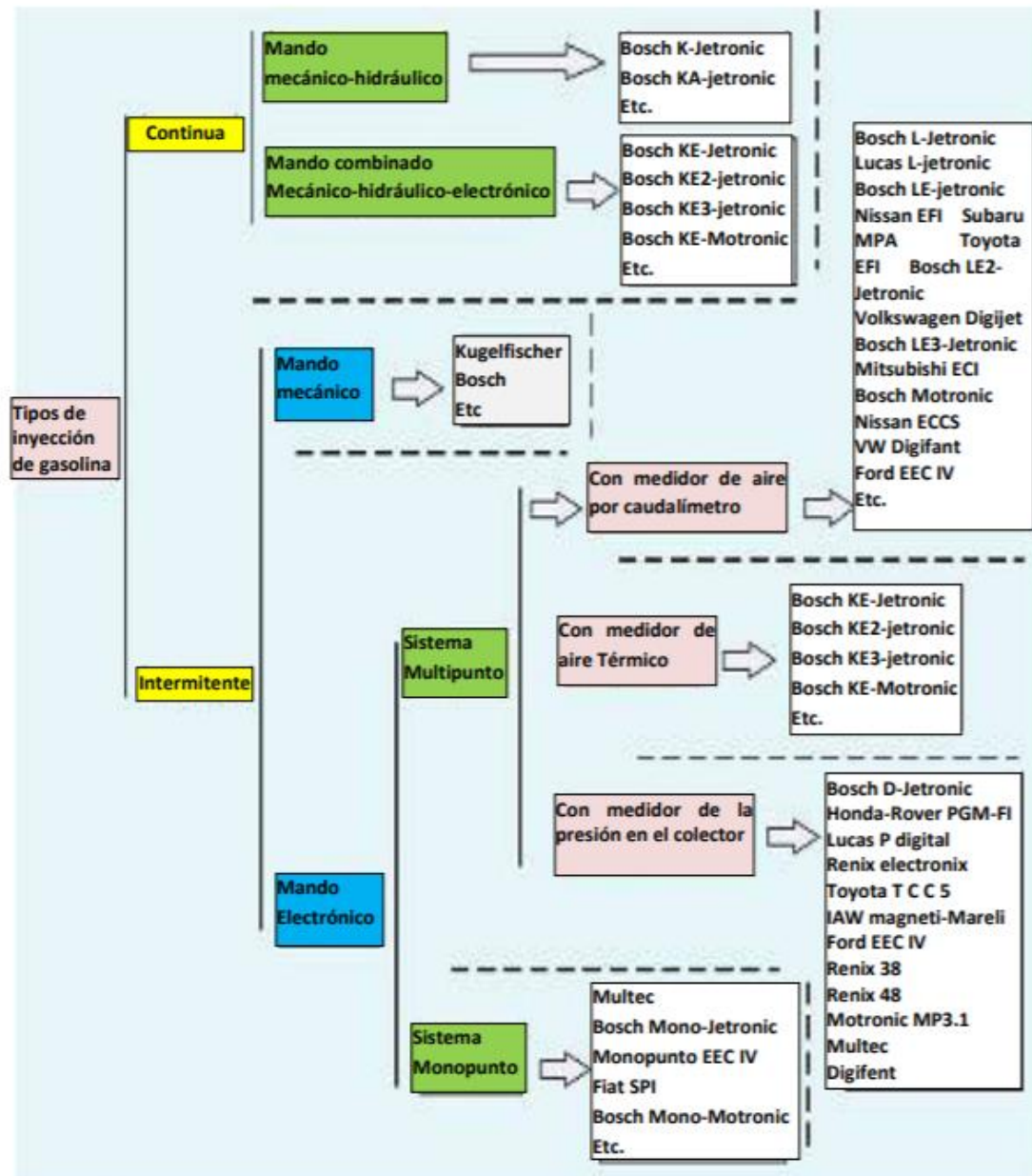


Figura 1.33 Clasificación de los sistemas de inyección indirecta de gasolina³³.

Objetivo de la Inyección

La inyección de gasolina se ha desarrollado con el objetivo de mejorar las prestaciones globales del motor, no sólo en términos de potencia específica, sino también de conducción, elasticidad y reducción tanto de los consumos como de las emisiones en el escape.

CONSUMO REDUCIDO:

- Al inyectar el combustible en las proximidades de la válvula de admisión, no se producen pérdidas de carga.
- Aporte de mezclas iguales para todos los cilindros, con lo que no se debe dosificar combustible en exceso para alimentar al cilindro mas desfavorecido.

MAYOR POTENCIA:

- La optimización de los colectores de admisión mejora el llenado de los cilindros. Esto da lugar a una mayor potencia específica y un aumento del par motor, así como una evolución más favorable de este.

GASES DE ESCAPE MENOS CONTAMINANTES:

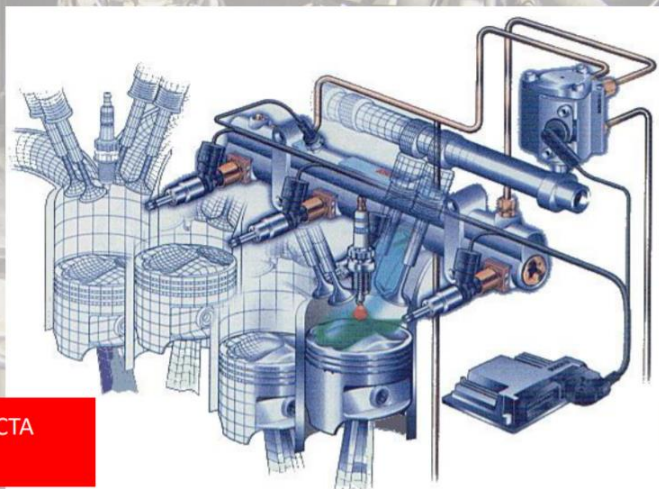
- La concentración de elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/combustible. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la relación de mezcla.

RÁPIDA ADAPTACIÓN A TODOS LOS ESTADOS DE FUNCIONAMIENTO:

- El sistema de inyección adapta rápidamente las necesidades de combustible a los diferentes estado de funcionamiento que se pueden dar en el motor.

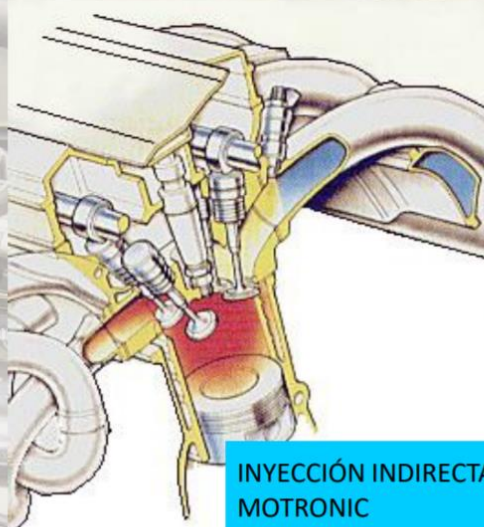
Clasificación Sistemas Inyección

La inyección de gasolina tiene como objetivo llevar a cada cilindro el combustible exactamente dosificado para el estado de servicio de motor en cada determinado momento. Para ello, consta de unos inyectores que pulverizan el combustible bien en la cámara de combustión, **inyección directa**, o en el colector de admisión, **inyección indirecta**.



**INYECCIÓN DIRECTA
DI MOTRONIC**

Estos sistemas son los más utilizados en la actualidad y en los que se basa el presente estudio.



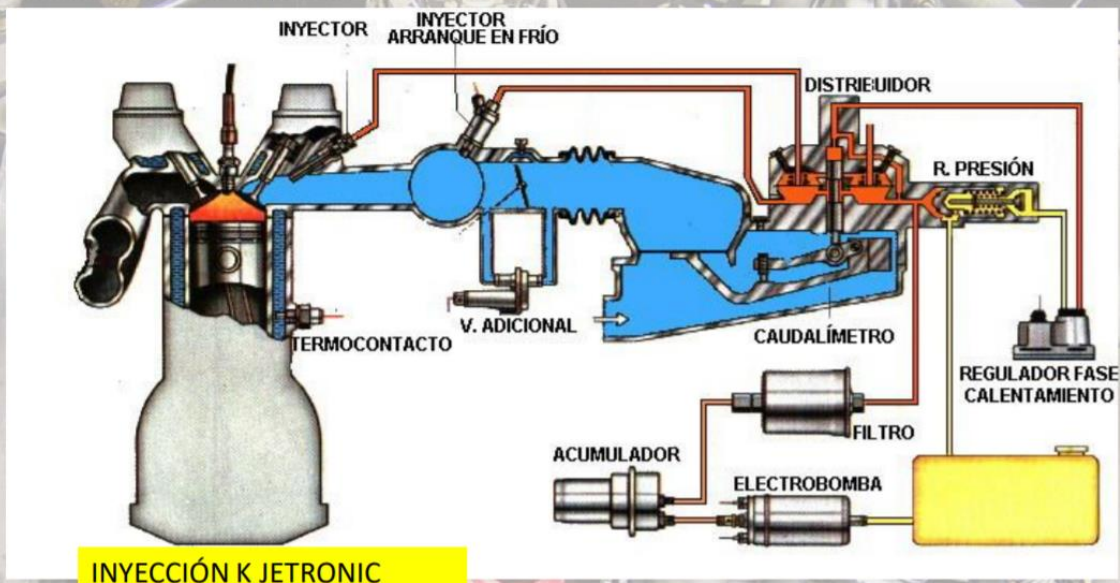
INYECCIÓN INDIRECTA MOTRONIC

De acuerdo con las **características específicas de funcionamiento**, los sistemas de inyección pueden ser:

- Sistemas de Inyección **Mecánicos**.
- Sistemas de Inyección **Electrónicos**.
- Sistemas de Inyección **Electromecánicos**.

Sistemas de Inyección Mecánicos

Se caracterizan por la presencia de un **conjunto distribuidor-dosificador** que se encarga de determinar la cantidad de combustible que debe enviarse a los cilindros, por medio de inyectores **que están abiertos continuamente**, permaneciendo constante la presión de inyección. El dosificador está gobernado por un sensor de caudal de aire independiente del motor.

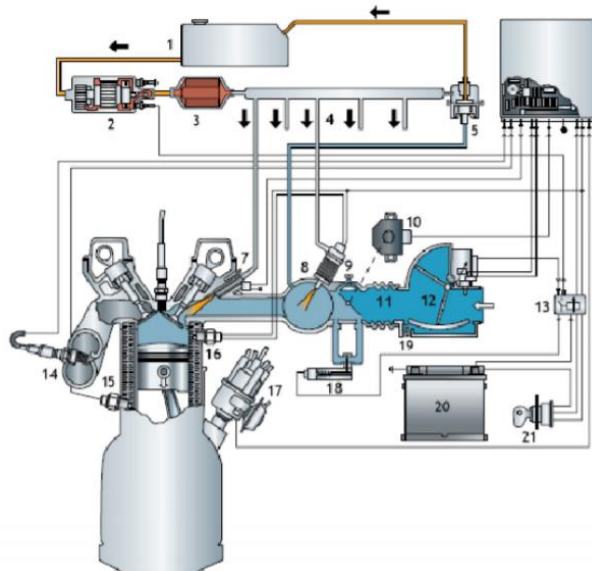


INYECCIÓN K JETRONIC

Sistemas Inyección Electrónicos

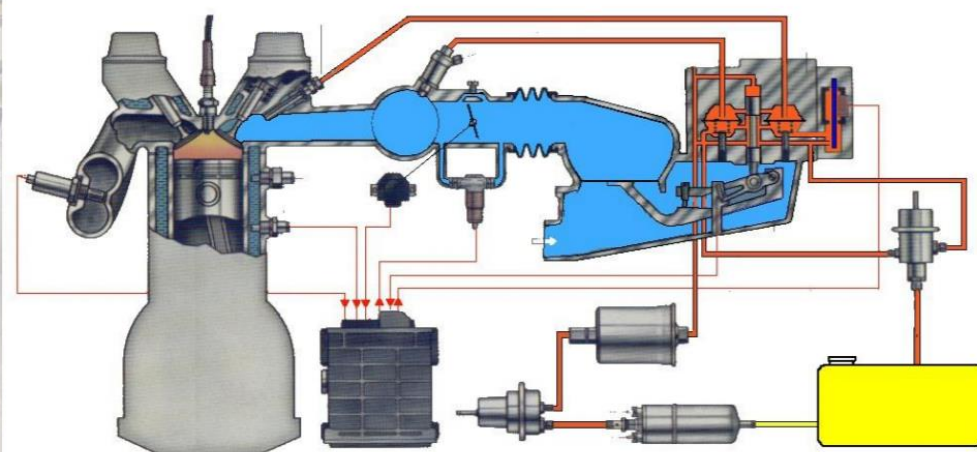
El combustible es introducido en el motor por medio de electroinyectores cuyos tiempos de apertura son determinados por una **unidad de mando electrónica (ECU)**, que adapta los **tiempos de inyección** a las distintas fases de funcionamiento, en función de las informaciones recibidas de unos sensores distribuidos estratégicamente por el motor.

INYECCIÓN LE JETRONIC



Sistemas Inyección Electromecánicos

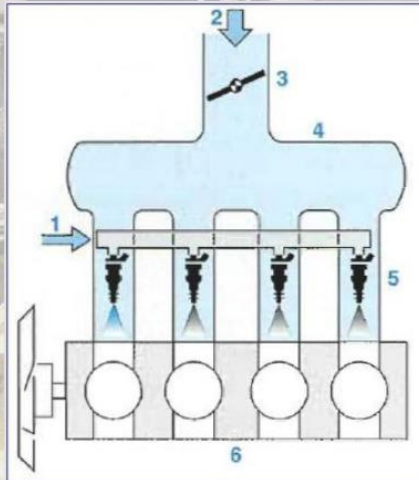
Se basan en inyecciones **mecánicas gestionadas por una unidad de mando electrónica (ECU)**, que recibe información de diferentes sensores para así gobernar un **regulador de presión** que adapta el caudal a los diferentes estados de funcionamiento del motor.



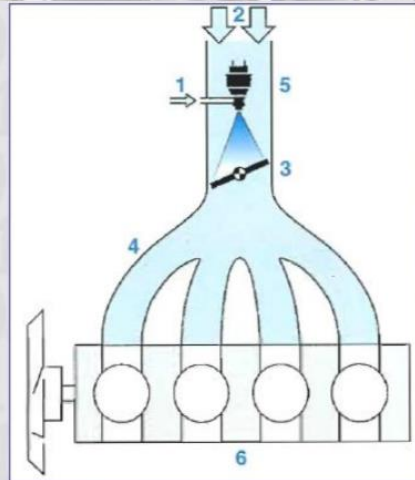
INYECCIÓN KE JETRONIC

Otra forma de clasificar los sistemas de inyección es según el número de **inyectores** utilizados, pudiéndose clasificar estos en dos grandes grupos:

- Sistemas de inyección monopunto.
- Sistemas de inyección multipunto.



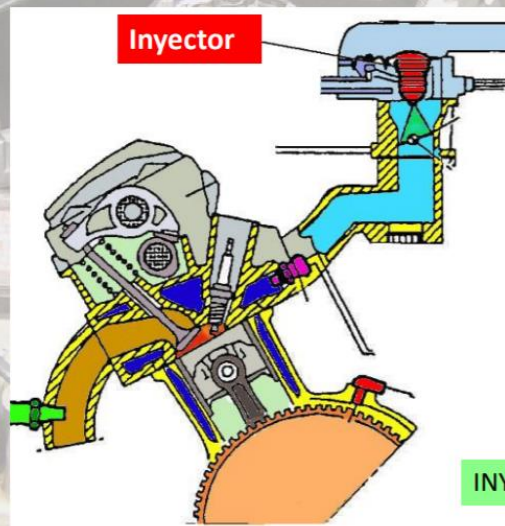
INYECCIÓN MULTIPUNTO



INYECCIÓN MONOPUNTO

Inyección Monopunto

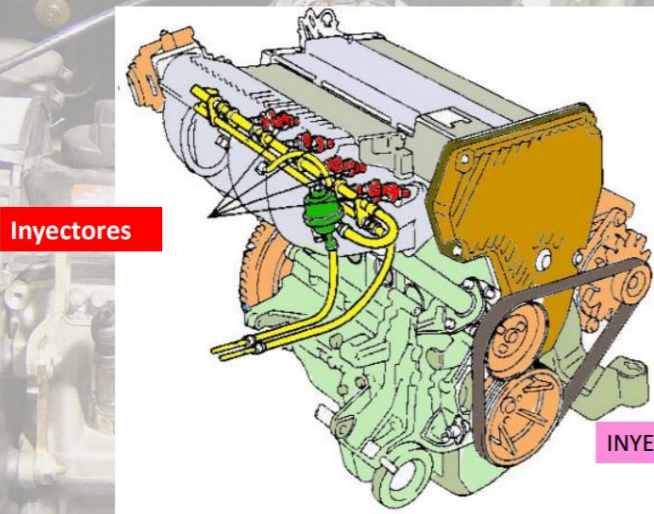
El sistema monopunto o también denominado SPI (Single Point Injection), utiliza un **único inyector**, generalmente localizado en el lugar del carburador, que inyecta el combustible en el colector de admisión antes de la mariposa de gases.



INYECCIÓN SPI

Inyección Multipunto

En los sistemas multipunto o MPI (Multi Point Injection), existen el mismo **número de inyectores que de cilindros**. Cada uno de los inyectores pulveriza el combustible necesario para cada uno de los cilindros, de forma independiente.



También pueden clasificarse los sistemas de inyección atendiendo al **número y forma de las inyecciones**, pudiendo ser estas:

- Inyección Continua.
- Inyección Intermitente.

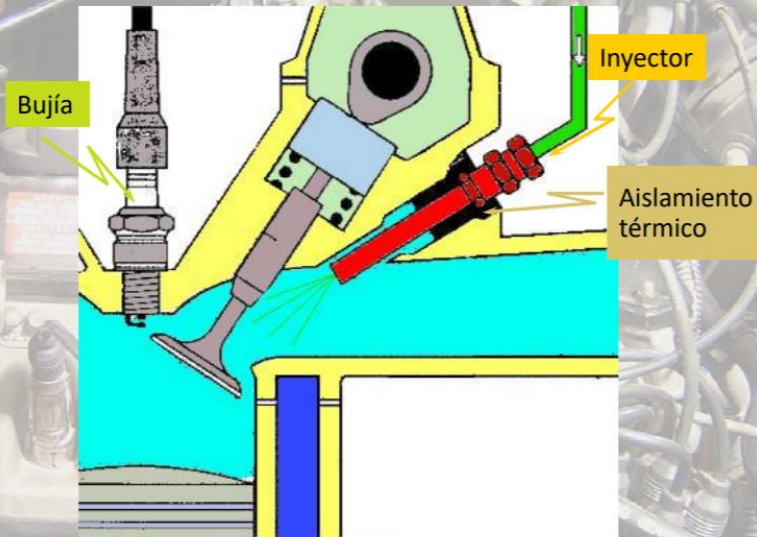
¿Actualmente que tipos de inyección se utilizan?

En la actualidad son todos intermitentes. Los últimos sistema de inyección continua han sido los sistema K y KE JETRONIC.



Inyección Continua

Los inyectores inyectan combustible finamente pulverizado de una forma **continua e ininterrumpidamente**, previamente dosificado y a presión. La formación de la mezcla se lleva a cabo en el tubo de admisión y en los cilindros del motor gracias al torbellino creado.



Inyección Intermitente

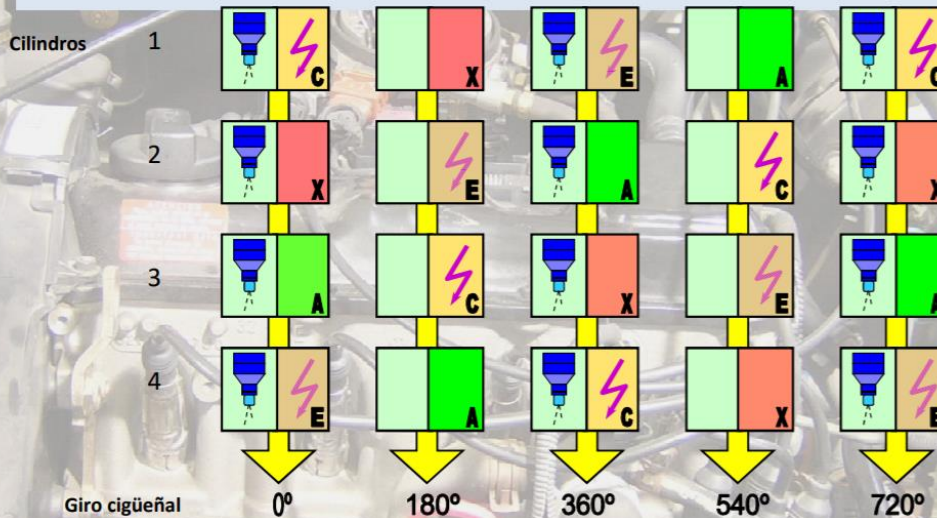
Los inyectores inyectan combustible finamente pulverizado en **momentos determinados** por la unidad de mando (ECU), según las informaciones recibidas por los diferentes sensores y las estrategias de funcionamiento programadas en la propia unidad de mando.

Los sistemas de inyección intermitente, a su vez se dividen en tres diferentes tipos:



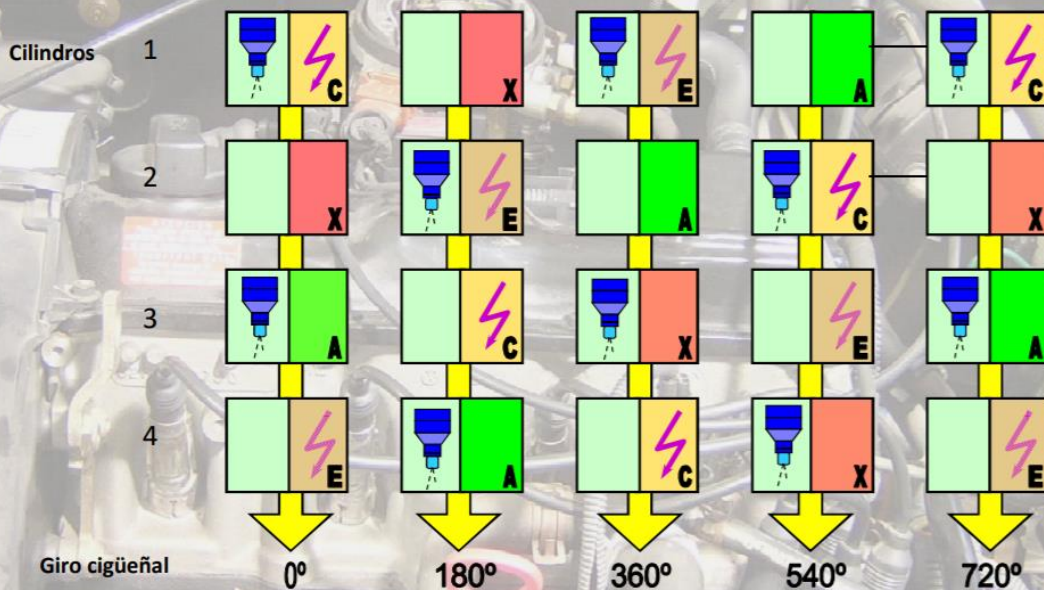
Inyección Simultánea

Todos los inyectores **funcionan a la vez**, de una forma simultánea, realizando el aporte de combustible necesario para la realización de la mezcla mediante dos inyecciones por ciclo, es decir, **una inyección cada vuelta**. La inyección se realiza poco antes del PMS del cilindro número uno.



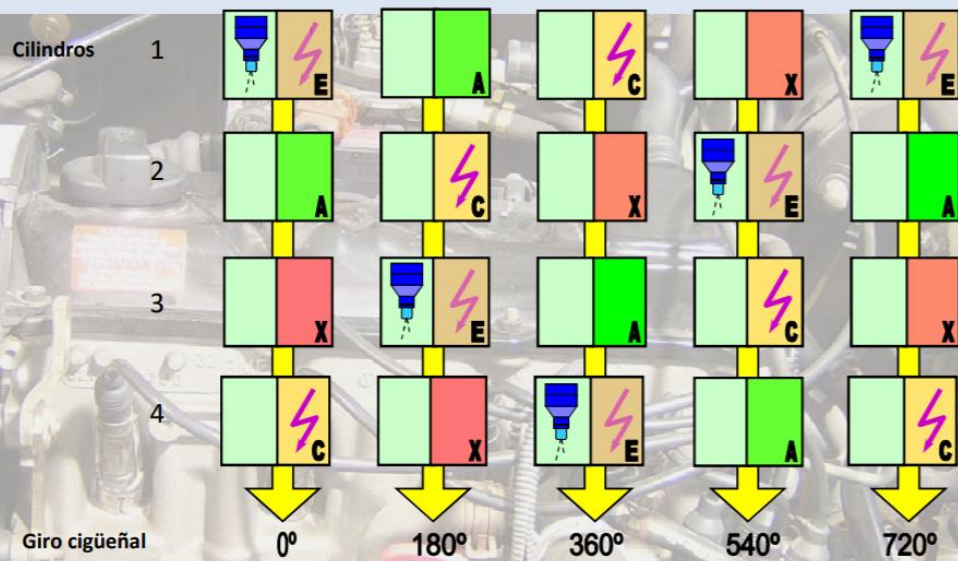
Inyección Semisecuencia

Los inyectores se activan distribuidos **por grupos** (dos a dos para un motor de cuatro cilindros). Cada uno de los grupos realiza **una inyección de combustible por cada revolución del motor**. La inyección se realiza poco antes del PMS de los pares de cilindros 1-4 y 2-3.



Inyección Secuencial

Los inyectores funcionan **uno a uno**, de forma independiente, realizando el aporte de combustible necesario para la realización de la mezcla mediante **una única inyección** efectuada poco antes de que se inicie la apertura de la válvula de admisión y según el orden de encendido



2.5.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INYECCIÓN.

La historia de la inyección de combustible se remonta al siglo XIX. Nicolás Otto y J.J.E. Lenoir presentaron motores de combustión interna en la Feria Mundial de París de 1867.

En 1875, Wilhelm Maybach de Deutz fue el primero en convertir un motor de gas para funcionar con gasolina. Este motor usaba un carburador con una mecha suspendida a través del flujo del aire entrante. Los extremos de la mecha estaban sumergidos en la gasolina recipiente debajo de la mecha. Al arrancar el motor, el aire entrante pasaba a través de la mecha, evaporaba la gasolina y llevaba los vapores del combustible dentro del motor para ser quemado. La inyección del combustible de gasolina realmente juego un papel importante y se afirmo desde el inicio en el desarrollo de la aviación.

En 1912 se realizaron los primeros ensayos de bombas de inyección de gasolina basada en las bombas de aceite de engrase. En 1932 se realizo ensayos sistemáticos de inyección de gasolina para motores de aviación.

En 1937 se realizo la aplicación en serie de la inyección de gasolina en motores de aviación. Para 1945 se dio la primera aplicación en serie de la inyección de gasolina en vehículos a motor.

En 1949, un auto equipado con inyección de combustible, Offenhauser participó en la carrera de Indianápolis 500. El sistema de inyección lo diseño Stuart Hilborn y utilizaba inyección directa, en la cual el combustible inyectaba en el múltiple de admisión justamente delante de la válvula de admisión. Era como tener un sistema de

²<http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>

inyección regulado para cada cilindro. Podría también compararse con el sistema K-Jetronic de Bosch - usado en los VW; Rabbit, Audi 5000, Volvo y otros, en que el combustible no era expulsado en la lumbrera de admisión sino rociado continuamente, a lo que se nombro inyección de flujo constante.

En 1951 se realizaron sistemas de inyección de gasolina para pequeños motores de dos tiempos.

En 1952 en cambio se realizaron sistemas de inyección de gasolina para motores de 4 tiempos para vehículos, en serie a partir de 1954. Chevrolet por su parte presento en 1957 el primer motor con inyección de combustible de producción en masa en el Corvette. Basándose básicamente en el diseño de Hilborn, el sistema de inyección de combustible Rochester Ramjet la Chevrolet lo usó en 1957 y 1958, y Pontiac en el Bonneville en 1957. Al mismo tiempo que el sistema Ramjet se desarrollaba, evoluciono el sistema de inyección electrónico de combustible (EFI) el cual tenía como fin la producción en masa. El trabajo de diseño para esos sistemas comenzó en 1952 en la Eclipse Machine División de la corporación Bendix, y en 1961 se patento como el sistema Bendix Electrojector. Casi simultáneamente, al EFI se le declaro como un proyecto muerto por la gerencia de la Bendix y se archivo.

Aunque el sistema Electrojector en sí nunca llegó a la producción en masa, fue el antecesor de prácticamente todos los sistemas modernos de inyección de combustible. Cuando la Bendix descartó al EFI en 1961, el interés renació hasta 1966 en que la compañía comenzó a otorgar permisos de patentes a Bosch.

En 1967 se realizó el primer sistema electrónico de inyección de gasolina **D-Jetronic** utilizado por los modelos Volkswagen tipo 3. En 1973 en cambio surge la inyección electrónica de gasolina **L-Jetronic** y la Inyección electrónica de gasolina **K-Jetronic**. En 1976 aparece el sistema de inyección de gasolina con regulación Lambda. En 1979 surge el sistema digital de control del motor **Motronic**. Ya para el año 1981 aparece la inyección electrónica de gasolina con medidor de caudal de aire por hilo caliente **LH-Jetronic**.

Seguidamente en el año 1982 surge además la inyección continua de gasolina con control electrónico **KEJetronic**. Para el año de 1987 aparece el sistema centralizado de inyección **Mono-Jetronic**.

La inyección de combustible ha recorrido un largo camino durante los últimos 20 años, pero su historia se remonta a los primeros días del carburador. Así como las razones más convincentes para utilizar la inyección de combustible tienen que encontrarse en las desventajas del carburador moderno, la falta de refinamiento y la versatilidad de los antiguos carburadores prepararon el camino para hacer los primeros experimentos con la inyección de combustible.

Los orígenes de la inyección de combustible no pueden desligarse de la historia del carburador y la evolución de los combustibles para motor. El primer empleo práctico de la inyección de combustible no se llevó a cabo en un automóvil, sino en un motor estacionario.

El estadounidense Franz Burger, un ingeniero que trabajaba para la Charter Gas Engine Company, de Sterling, Illinois, desarrolló un sistema de inyección de combustible que empezó a producirse en 1887. En este sistema, se alimentaba el combustible por gravedad, desde el tanque y entraba al cuerpo inyector a través de una válvula de estrangulación. La boquilla del inyector sobresalía en forma

horizontal, entrando al tubo vertical de admisión.

2.5.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.

2.5.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

2.5.2.1.1 SEGÚN EL LUGAR DONDE INYECTAN.

Inyección Directa: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está utilizando

en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.

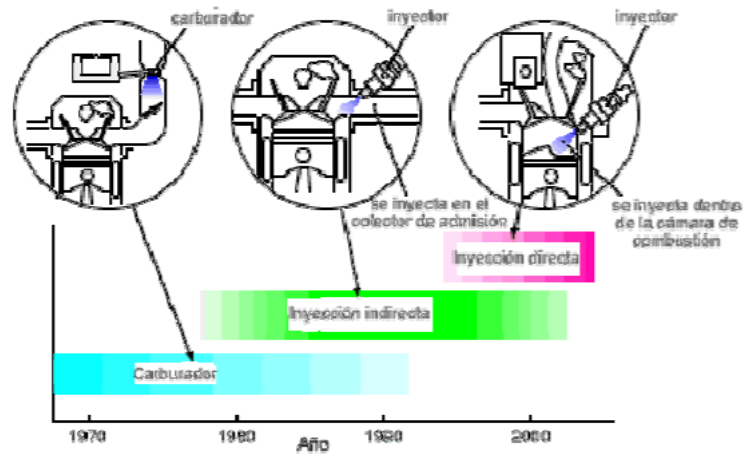


FIGURA 2.1 Evolución de los Sistemas de Alimentación.

Fuente: www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm

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

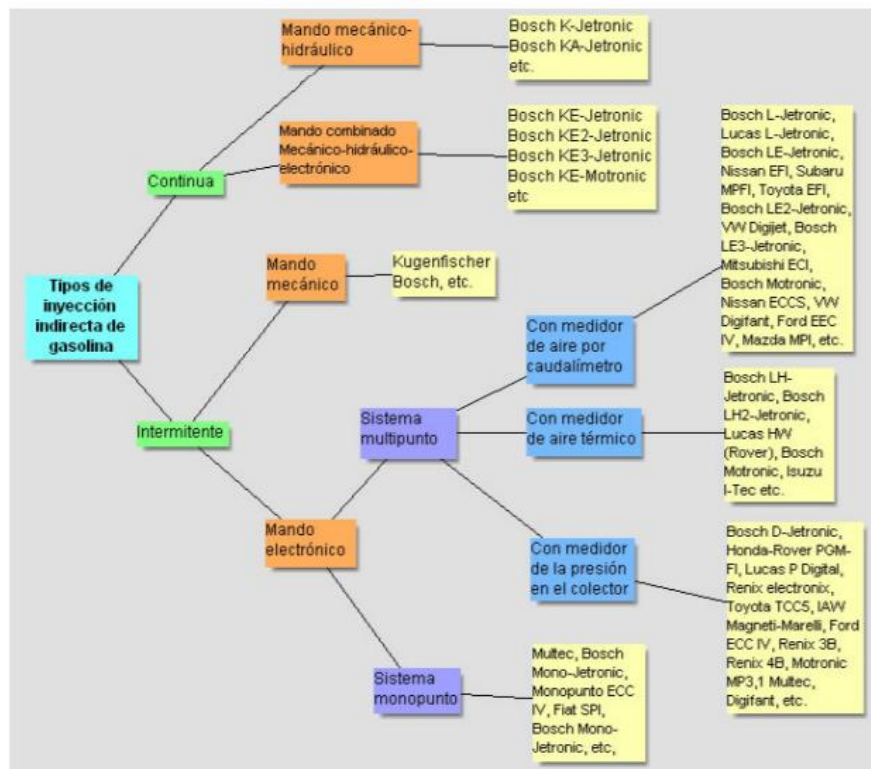


FIGURA 2.2 Tipos de Inyección Indirecta de Gasolina.

Fuente: www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm

2.5.2.1.2 SEGÚN EL NÚMERO DE INYECTORES.

Inyección Monopunto: Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, antes de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos de turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.

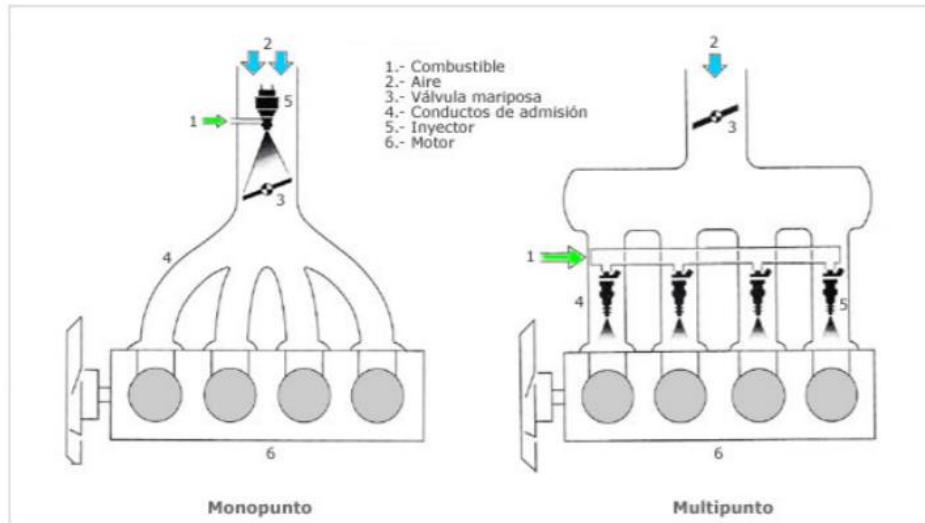


FIGURA 2.3 Inyección Monopunto, Multipunto.

Fuente: www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm

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

2.5.2.1.3 SEGÚN EL NÚMERO DE INYECCIONES.

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

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

- **Inyección Secuencial:** El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.
- **Inyección Semi-secuencial:** El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
- **Inyección Simultánea:** El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

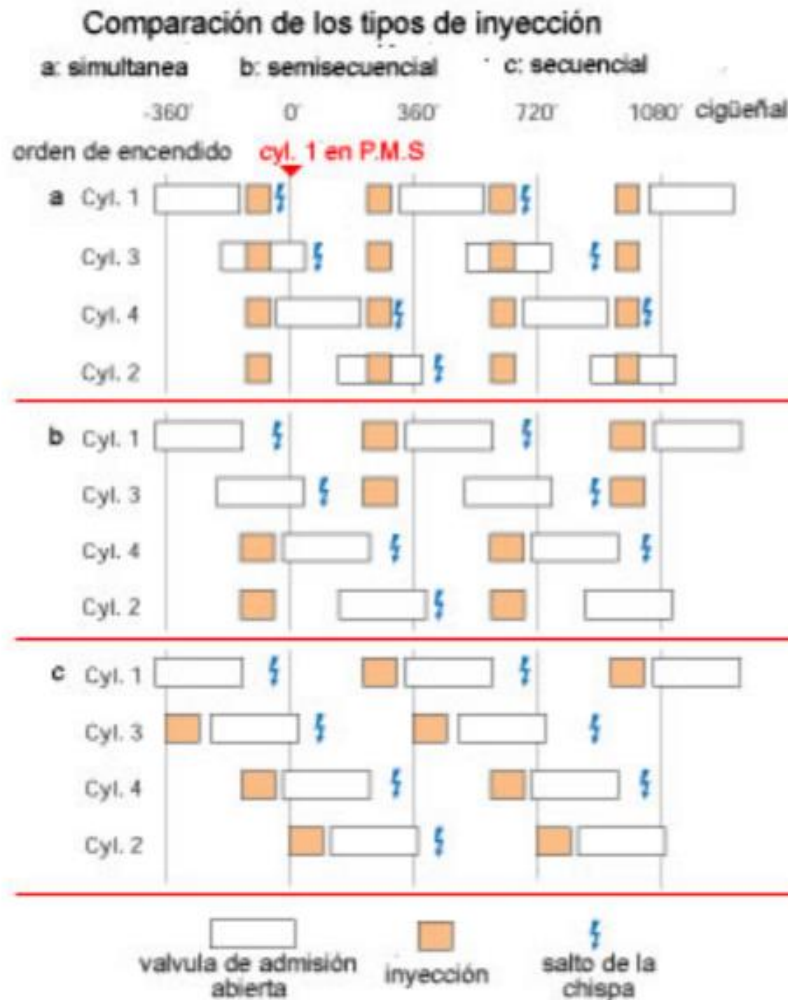


FIGURA 2.4 Comparación de los Tipos de Inyección.

Fuente: www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm

2.5.2.1.4 SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO.

Inyección mecánica (K-jetronic).

Inyección electromecánica (KE-jetronic).

Inyección electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Digifant, etc.)

2.5.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO³

Sensores detectan permanentemente el estado de funcionamiento del motor y sus características. En forma de señales eléctricas, transmiten las señales recogidas a una unidad electrónica que se encargará según los diferentes valores recibidos de:

- a) Determinar exactamente la cantidad de combustible necesario para cada momento del funcionamiento del motor.
- b) Gobernar con precisión el instante y la duración en que permanezcan abiertos los inyectores (uno por cilindro o uno para todos).
- c) El inyector está alimentado con gasolina bajo presión constante y el tiempo en que permanece abierto (milisegundos) es proporcional a la cantidad que precisa.

2.5.4 PARTES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BÁSICO

Un sistema de inyección electrónico está formado por cuatro partes principales:

2.5.4.1 CIRCUITO DE GASOLINA

El sistema de alimentación se encarga de impulsar el combustible desde el depósito hasta los inyectores, genera la presión necesaria para la inyección, y mantiene constante dicha presión, el sistema de combustible incluye: bomba de combustible, filtro, tubo o rampa de distribución, regulador de presión e inyectores.

2.5.4.2 SISTEMA DE ASPIRACIÓN

El sistema de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta de filtro de aire, colector de admisión mariposa, y los distintos tubos de admisión.

³ D, Gil Martínez, *Manual del Automóvil: Reparación y mantenimiento*, 1^{ra} Edición, Editorial Cultural, S.A. Madrid - España 1999, p.130.

2.5.4.3 SISTEMA DE CONTROL

En la unidad de mando electrónica, se analizan las señales suministradas por los sensores y a partir de ellas se generan los pulsos de mando correspondientes para los inyectores.

2.5.4.4 SENSORES

Los sensores registran las magnitudes características del motor para cada estado de servicio.

Las magnitudes más importantes son el caudal del aire aspirado, que es registrado por el caudalímetro o sonda volumétrica (MAP) y el régimen de revoluciones del motor. Otros sensores registran la posición de la mariposa y las temperaturas del aire aspirado y del motor.

Referencia 7

Nuestros Productos

Repuestos para Autos

- [Amortiguadores para autos](#)
 -
 -
- [Baterías](#)
- [Bujías](#)
- [Diésel](#)
- [Fajas](#)
- [Sparco](#)
- [Embragues](#)
- [Filtros](#)
- [Frenos](#)
- [Lámparas](#)
- [Limpiaparabrisas](#)

- [Partes y Piezas de Motor](#)
- [Sonax](#)
- [Señales de Seguridad Ecco](#)
- [Sistema Eléctrico Automotriz](#)
- [Sistemas de Encendido](#)
- [Sistemas de Inyección de Gasolina](#)



SISTEMAS DE INYECCIÓN A GASOLINA

Sistemas de Gasolina desarrollados con la calidad característica de Bosch

Como pioneros en el sector de inyección de gasolina, con décadas de experiencia, Bosch ofrece la más completa gama de productos: desde componentes individuales a sistemas de inyección completos. Bosch desarrolla y produce sistemas de gasolina para prácticamente todos los

fabricantes de vehículos. Como resultado, Bosch tiene disponibles más de 10.000 recambios diferentes.

Ventajas del programa de sistemas de inyección Bosch

- Fácil instalación de los componentes.
- Conjuntos completos, componentes y kits para los principales modelos de vehículos.
- Mayor cobertura del mercado.
- Aplicable en sistemas de otras marcas.
- Garantía de calidad Bosch.

Contacto

- Producto: antonella.negron@autorex.com.pe, juan.rufasto@autorex.com.pe
- Ventas: vendtelevau@autorex.com.pe

Para ver más productos Bosch puedes ingresar a nuestra sección de [**repuestos para autos**](#).

Folletos

- [Folleto Sistema de Inyección Electrónica](#)

Referencia 8

09-oct-2004, 19:56

#1

S5 1988

ForoCoches: Miembro



Ago 2003 | 23.834 Mens.



Que diferencia hay entre los cv DIN y los cv SAE

Pues leyendo la prueba del 127, me he encontrado con que en la publicidad decia que el coche tenia 52cv SAE, que corresponden a 47cv DIN.

Alguien sabe lo q significan eso de SAE y DIN o de donde vienen.

 CITAR

 09-oct-2004, 20:11

#2

FrankSP

Uno mas entre tantos



Mar 2003 | 5.766 Mens.

Lugar: Alpha Quadrant

Fiat Bravo Tjet / Suzuki Bandit
650



La sae es norma americana y din europea, en ambas se mide la potencia a la salida del embrague, con la salvedad de que en la din se hace con el motor completo y en la sae se quitan elementos externos al motor (como el alternador) para medirla. Por eso siempre salen mas caballos medidos en norma sae que en din.

Saludos.
FrankSP

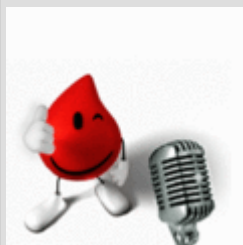
 CITAR

 09-oct-2004, 20:46

#3

Helium Sparrow

Recentralizador



Jun 2003 | 20.070 Mens.

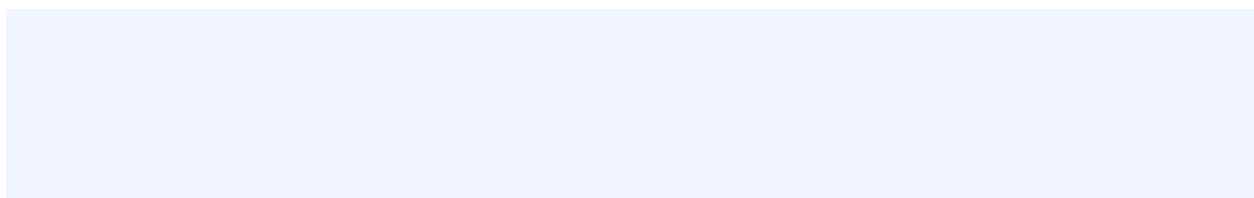
Lugar: Capital del Reino

la din no es la alemana? Que yo sepa la europea es la iso. Lo de la sae yo solo se que es internacional midiendo la viscosidad de los aceites pero su origen sera estadounidense. No pueod mas información.

Toyota Corolla 1.6 VVT-I



Por la eliminación de las Comunidades Autónomas, el sometimiento a la Justicia de los dilapidadores del dinero público y la reconversión del Estado.



09-oct-2004, 21:08

#4

olga

ForoCoche: Miembro



Din es la norma alemana Deutsche noseque..... La europea es la ISO.

Ene 2004 | 17.223 Mens.

Lugar: Munich

"La paradoja trágica de la libertad es que aquellos que la aceptan no son capaces de garantizarla. (E. Cioran)"

Cotorra Mayor del 'CLUS' Canarios Cluecos: tenemos la cabeza a pájaros

VW caddy 	
09-oct-2004, 22:30	#5
FrankSP Uno mas entre tantos  Mar 2003 5.766 Mens. Lugar: Alpha Quadrant	¿Alemania no es europa? 🤪 me referia a que es la que se usa de referencia en Europa, no recordaba que es originalmente de alemania 🤔
Fiat Bravo Tjet / Suzuki Bandit 650 	Saludos. FrankSP 
09-oct-2004, 22:43	#6
URMO Daliniano  Dic 2003 976 Mens. Ford Focus ST225	DIN= Deutsches Institut für Normung Queda mas bonito que el significado de UNE (la española).



13-oct-2004, 19:31

#7

S5 1988

ForoCoches: Miembro



Ago 2003 | 23.834 Mens.

Ya me he conseguido enterar (un poco)

Como bien dices son distintas formas de medir la potencia, depende de la norma aplicada, del que la mide, del punto de medición, del régimen y condiciones.

Así la potencia según la norma SAE, la da el fabricante, medida en el volante del cigüeñal, al régimen nominal de revoluciones, medido sobre el motor solo, en un banco y sin: filtros de aire, sistema de escape, generador de corriente y ventilador. Se deja instalado el radiador y la bomba de agua. A esta potencia se le conoce como potencia BRUTA.

La potencia según la norma DIN y la ECE R-24, es como la anterior, pero la diferencia es que se mide sobre el motor (también en un banco) con todos los accesorios montados menos el compresor del aire acondicionado y la bomba de dirección. A esta potencia se le conoce como potencia NETA.

La potencia OCDE (código OCDE 1988), la da el fabricante, medida en la toma de fuerza del tractor, al régimen nominal y con el tractor ya montado en el tractor, pero sin compresor de aire acondicionado y bomba del sistema hidráulico. Esta es la potencia conocida como UTIL.

La potencia homologada (Código OCDE 1961), la da la Estación de Mecánica Agrícola de Madrid, dependiente de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Se mide en la toma de fuerza a un régimen de 540 o 1000 rpm. Sobre el motor puesto sobre el tractor sin compresor de aire acondicionado y bomba del sistema hidráulico. Esta es la potencia de INSCRIPCIÓN.

Te aclaro que el régimen nominal son el número de revoluciones del motor que el fabricante estima más adecuado para obtener el máximo rendimiento del tractor.

Texto sacado de: <http://www.agroinformacion.com/foro/...ost=550&page=1>

Referencia 9

Suzuki Vitara 1.6 J LX - 1993

Un chico que pisa fuerte

Revista Parabrisas Nro 179. Septiembre de 1993

Simpático, con buena dotación interior

Más corto que un [Uno](#), y con soluciones mecánicas prácticas, el utilitario de Suzuki conquista por su confort, además de estar listo para todo terreno

A primera vista, parece un auto más apropiado para los terrenos accidentados. No es para menos. Robusto, tiene tracción temporaria en las cuatro ruedas y el chasis separado de la carrocería, en una época en la que son cada vez más comunes los bloques únicos. La impresión inicial luego se deshace cuando el Vitara es conocido más a fondo. Fabricado en Japón por Suzuki, es capaz de enfrentar cualquier tipo de suelos sin hesitar. Los que presumen que su modernidad se contrapone con la fuerza bruta se ven defraudados, ya que el Vitara combina las dos características. Su interior reúne ingredientes de confort que recuerdan a los top de líneas nacionales. ¿Una exageración?.

Nada de eso. Dispone de levantavidrios eléctricos, dos retrovisores externos, traba central de puertas, eficiente sistema de aire acondicionado, luces de lectura delanteras, compartimiento para pequeños objetos, dirección hidráulica... Una dotación quizás rara para su clase, pero que se va haciendo cada vez más habitual en los automóviles para todo terreno.

Con apenas 3.62 metros de largo (2.5 cm menos que el [Uno](#)), el Vitara es fácil de maniobrar y su atractivo cautiva al conductor en los primeros kilómetros rodados. Y en nuestro país ha resultado uno de los modelos más aceptado por los usuarios. Es ideal para las rutas que parecen una mesa de billar (pocas por estos lares), y también para aquellas que se hallan en pésimo estado de conservación. Su mecánica responde también a nuestras exigencias. Comienza por su motor de cuatro cilindros, con block y tapa en aluminio, que cuenta con una carrera de pistones de 90 mm, bastante más larga que el promedio para motores 1.600 cm³. Es superior, por ejemplo, a los 83.5 mm del 1.600 que equipa a los [Escort](#) y Gol nacionales. Aunque sus 74 CV de potencia y el torque de 12.5 kgm a 3.100 rpm no sean sobresalientes, el Vitara consigue moverse con agilidad.

Motor 1.8 transversal, con árbol arriba

En el test, se determinó que necesita 18s45 para moverse de 0 a 100 km/h, un tiempo satisfactorio tomando en cuenta que pesa 1.060 kg y tiene 74 CV de potencia. En la elasticidad en quinta velocidad, el Vitara fue de 40 a 100 km/h en 24s15, probando que el motor empuja bien, gracias a esa gran carrera de los pistones. Su velocidad máxima fue de 136.5 km/h, con el motor a 4.900 rpm. Llegó fácilmente a los 120 km/h sin esconder un incómodo ruido producido por el ventilador del radiador en razón de su accionamiento mecánico. Un sistema eléctrico, común en muchos otros autos, sería más adecuado y no atormentaría al que estuviera en el volante. A marcha lenta la caja es suave, y un leve golpeteo de engranajes de caja pasa prácticamente desapercibido.

La transmisión -permanente en el tren trasero, y temporaria en las cuatro ruedas- es eficiente y fácil de usar. La blanda caja manual de cinco marchas tiene comando preciso, con una palanca bien localizada y de buena empuñadura. La caja de transferencia incluye un reductor que sólo funciona con tracción integral. Atrás de la palanca de cambios convencional se halla el comando de la tracción integral y de la caja reductora. En el tablero, hay un testigo que indica cuando la tracción en las cuatro ruedas normal o reducida está accionada.

Portón trasero de apertura lateral caracteriza al pequeño Vitara

En las curvas, el comportamiento del Vitara fue semejante al de un auto de paseo. La estabilidad también resulta buena, a pesar de que su trompa se muestra un poquito rebelde. También la dirección hidráulica se exhibe bien calibrada. Los frenos (discos adelante, tambor atrás), por otra parte, no pueden ser considerados potentes, cuando se los acciona de los 80 Km/h en adelante. Tampoco la economía es uno de los fuertes de este Suzuki, ya que el promedio de consumo fue de 8.66 litros. El pequeño tanque de combustible, con capacidad de 42 litros, es una limitación para lamentar en viajes largos.

Con un proyecto bien resuelto, el Vitara tiene un despeje de 20 cm, como necesitan los vehículos destinados a transitar por los peores terrenos. No por ello es duro y rústico como un [Jeep](#). Todo lo contrario, tiene una suspensión semejante a la del [Uno](#). Por más que se destaque por la robustez, el Vitara impresiona más por el confort. Todo apunta hacia el buen gusto y la funcionalidad. El asiento trasero tiene ajuste longitudinal, y se puede ampliar la dimensión del pequeño baúl de 100 dm³. El auto circula con la misma desenvoltura en el tránsito diario y en exigentes excursiones off road del fin de semana. Sea cual fuere la opción, el Vitara es capaz de responder al desafío.

Por: Bob Sharp / Claudio Larangeira



Los asientos traseros permiten ampliar la capacidad del baúl

CONCLUSIONES

Pro

- Gran confort interior
- Completo equipamiento
- Transmisión en las cuatro ruedas

Contras

- Frenos de escaso poder a partir de los 80 km/h
- Consumo elevado

- Limitada autonomía

VELOCIDAD MÁXIMA **136.500 KM/H**

Obtenida en pista de test

ACELERACIÓN

0-80 Km/h	11.24 s
0-100 Km/h	18.45 s
0-400 metros	20.53 s
0-1000 metros	38.89 s
40 a 80 Km/h en V	15.44 s
40 a 100 Km/h en V	24.15 s
40 Km/h a 1000 metros	40.90 s

FRENAJE

60 Km/h a 0	16.41 m
80 Km/h a 0	29.25 m
100 Km/h a 0	45.70 m

CONSUMO (km/l)

Urbano	7.82
Ruta (100 Km/h)	9.51
Promedio	8.66

EQUIPAMIENTO

- Tracción en las cuatro ruedas
- Levantavidrios eléctricos
- Traba central de puertas
- Dirección hidráulica
- Aire acondicionado



Entre los asientos, la palanca que inserta la tracción integral y reductora

Confort interior al nivel de los top nacionales

Características técnicas

Motor

Naftero, delantero longitudinal, cuatro cilindros en línea, árbol de levas a la cabeza comandado por correa dentada, alimentación por carburador de doble cuerpo. Diámetro x carrera 75 x 90 mm Cilindrada 1.590 cm³ Relación de compresión 8.9:1 Potencia 74 CV a 5.250 rpm Torque 12.5 kgm a 3.100 rpm

Caja de cambios

Manual. Tracción trasera e integral temporaria, con caja reductora, y las siguientes relaciones: 1era 3.65:1 2da 1.94:1 3era 1.37:1 4ta 1.00:1 5ta 0.86:1 Diferencial 5.12:1

Frenos

Delanteros: Discos ventilados. Traseros a tambor

Suspensiones

Delantera: Independiente, McPherson, brazo triangular, resortes helicoidales, amortiguadores hidráulicos y barra estabilizadora. Trasera: Eje rígido, tensor longitudinal inferior, tensor triangular superior, resortes helicoidales y amortiguadores hidráulicos

Dirección

Cremallera y rosca sin fin. Hidráulica

Llantas y neumáticos

Llantas medida 15 x 5.5" en acero. Neumáticos medida 195 SR 15

Carrocería

Utilitario, dos volúmenes, dos puertas, cuatro pasajeros. Dimensiones externas. Largo 3.620 mm Ancho 1.630 mm Alto 1.660 mm Entre ejes 2.200 mm Trocha delantera 1.390 mm Trocha trasera 1.400 mm Tanque de nafta 42 litros. Baúl 100 dm³ Peso 1060 Kg

Precio

u\$s 30.800

Referencia 10

Características técnicas:

Suzuki Vitara Cabrio (ET,TA) 1.6 (TA) (80 Hp)

80 CV

144 km/h

1589 cm³

1010 kg.

15 s

9.6 l/100 km.

Vitara Cabrio (ET,TA)

Información general

Marca Suzuki

Modelo Vitara

Generación Vitara Cabrio (ET,TA)

Modificación (motor) 1.6 (TA) (80 Hp)

Año de la puesta en producción 1988 años

Año de finalización de la producción 1995 años

Tipo de carrocería Cabriolet

Numero de plazas 5

Numero de puertas 3

Rendimiento

Consumo de combustible combinado 9.6 l/100 km.

Combustible Gasolina

Aceleración 0 - 100 km/h 15 s
 Velocidad máxima 144 km/h
 Motor
 Potencia máxima 80 CV /5400rpm.
 Par máximo 127 Nm /3000rpm.
 Posición del motor Frontal, a lo largo
 Cilindrada -real- 1589 cm³
 Número de cilindros 4
 Distribución de los cilindros En línea
 Diámetro del cilindro 75 mm.
 Recorrido del cilindro 90 mm.
 Ratio de compresión 8.9
 Número de válvulas por cilindro 2
 Sistema de combustible Inyección Mono-punto
 Distribución OHC
 Volumen y peso
 Peso en orden de marcha 1010 kg.
 Peso máximo admisible 1450 kg.
 Capacidad depósito 42 l
 Dimensiones
 Longitud 3620 mm.
 Anchura 1630 mm.
 Altura 1665 mm.
 Distancia entre ejes 2200 mm.
 Vía delantera 1395 mm.
 Vía trasera 1400 mm.
 Cadena cinemática, frenos y suspensión
 Tracción Tracción en las cuatro ruedas (4x4)

Número de engranaje (transmisión manual) 5

Suspensión delantera Wishbone

Suspensión trasera Resorte helicoidal

Frenos delanteros Discos

Frenos traseros Tambor

Dirección, tipo Cremallera de dirección

Dirección asistida Dirección hidráulica

Tamaño de neumáticos 195 R15

Tamaño de llantas R15

Suzuki Vitara Cabrio (ET,TA) - 1988 | 1.6 (TA) (80 Hp) | Ficha técnica y consumo:
<https://www.auto-data.net/es/suzuki-vitara-cabrio-et-ta-1.6-ta-80hp-16438>

Referencia 11

Características técnicas:

Suzuki Vitara (ET,TA) 1.6 i 16V (97 Hp)

97 CV

152 km/h

1589 cm³

1040 kg.

13 s

9.5 l/100 km.

Vitara (ET,TA)

1.6 i 16V (97 Hp)

Información general

Marca Suzuki

Modelo Vitara

Generación Vitara (ET,TA)

Modificación (motor) 1.6 i 16V (97 Hp)

Año de la puesta en producción 1990 años

Año de finalización de la producción 1997 años

Tipo de carrocería Todoterreno

Numero de plazas 5

Numero de puertas 3

Rendimiento

Consumo de combustible combinado 9.5 l/100 km.

Combustible Gasolina

Aceleración 0 - 100 km/h 13 s

Velocidad máxima 152 km/h

Motor

Potencia máxima 97 CV /5600rpm.

Par máximo 132 Nm /4000rpm.

Posición del motor Frontal, a lo largo

Cilindrada -real- 1589 cm³

Número de cilindros 4

Distribución de los cilindros En línea

Diámetro del cilindro 75 mm.

Recorrido del cilindro 90 mm.

Ratio de compresión 9.5

Número de válvulas por cilindro 4

Sistema de combustible Inyección multipunto

Distribución OHC

Volumen y peso

Peso en orden de marcha 1040 kg.

Peso máximo admisible 1500 kg.

Capacidad maletero min. 202 l

Capacidad depósito 55 l

Dimensiones

Longitud 3632 mm.

Anchura 1630 mm.

Altura 1662 mm.

Distancia entre ejes 2200 mm.

Vía delantera 1395 mm.

Vía trasera 1400 mm.

Cadena cinemática, frenos y suspensión

Tracción Tracción en las cuatro ruedas (4x4)

Número de engranaje (transmisión manual) 5

Suspensión delantera Wishbone

Suspensión trasera Resorte helicoidal

Frenos delanteros Discos ventilados

Frenos traseros Tambor

Dirección, tipo Cremallera de dirección

Dirección asistida Dirección hidráulica

Tamaño de neumáticos 255/60 R15

Tamaño de llantas R15

Suzuki Vitara (ET,TA) - 1990 | 1.6 i 16V (97 Hp) | Ficha técnica y consumo: <https://www.auto-data.net/es/suzuki-vitara-et-ta-1.6-i-16v-97hp-16429>