

# Sistemas de Inyección directa gasolina

---

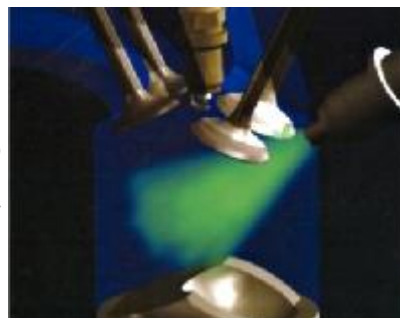
Actualmente y debido a las estrictas normativas de control ambiental diferentes marcas de automóviles están decidiendo equipar sus modelos de gasolina con motores de inyección directa. Primero fue la marca japonesa Mitsubishi con los motores GDi ahora le siguen Renault con los motores IDE, el grupo PSA con los motores HPI y Volkswagen con los motores FSi.



Si realizamos una comparativa de los sistemas de inyección indirecta en los colectores (llamados MPI) con los llamados de inyección directa de gasolina, veremos que esta última es superior a la primera. Los inyectores de un motor de inyección indirecta de gasolina (MPI) suelen estar ubicados en el colector de admisión, de aquí el nombre inyección indirecta. El combustible es inyectado por delante de una válvula cerrada o bien encima de la válvula abierta y es mezclado de forma casi completa con el aire de admisión en cada una de las toberas del colector de admisión. Pero esta mezcla de aire y neblina de combustible inyectado no explotará de manera adecuada en el cilindro si no está preparada conforme a una exacta relación estequiométrica comprendida en unos límites muy específicos (1/14,7). En el caso de los motores dotados de un catalizador de tres vías esto se da cuando Lambda es igual a uno.

La inyección directa permite –si se quiere- romper con la estricta mezcla estequiométrica y trabajar con mezclas extremadamente pobres en las situaciones de marcha que no requieran de un importante par ni potencia. La mezcla pobre tiene su origen en los coches diesel, los cuales trabajan con exceso de aire y según el par que se quiera conseguir, añaden más o menos combustible en fase final de compresión. La inyección directa de gasolina adopta este mismo principio. Pero la diferencia radica en que en los motores diesel la combustión se inicia por la gran temperatura conseguida en la cámara debido a la elevada relación de compresión. Pero en los motores gasolina la explosión debe iniciarse controladamente al lanzar su chispa la bugía. Por ello, esta mezcla pobre que se efectúa dentro del cilindro debe estar muy correctamente preparada para que la chispa en su zona de afectación encuentre una mezcla lo suficientemente rica para conseguir iniciar su inflamación.

Lo que posibilita todo ello en un motor de gasolina es la ubicación directamente en la cámara de un inyector lo suficientemente reforzado para soportar las presiones y temperaturas de la misma e el inyectar a alta presión.



En cargas bajas y medias la inyección directa de gasolina permite llevar la constitución de la mezcla hasta límites insospechados, estratificándola y empobreciéndola enormemente hasta proporciones extremas de 40:1 /  $\lambda=3$ . Solamente la capacidad de colocar juntas esas mínimas gotas de gasolina en una nube bajo la bujía gracias a la estratégica ubicación de la misma y del inyector, la forma del pistón y unas estudiadas turbulencias del aire, es lo que permite explotar esa pobrísima mezcla y que el motor pueda funcionar con un consumo mínimo de combustible.



Para la correcta colocación de la nube de combustible en el modo operativo estratificado, es imprescindible una turbulencia cilíndrica que la conduzca bajo la bujía.

Los motores de inyección directa gasolina funcionan con tres tipos de mezcla según sea la carga del motor: mezcla estratificada, mezcla homogénea-pobre y mezcla homogénea.

**Mezcla estratificada (Lambda entre 1,5 y 3):** El motor funciona en el modo estratificado en regímenes medios de carga y revoluciones.

La estratificación de la mezcla en la cámara permite que el motor trabaje con un valor lambda total de 1.5 a 3.

En el centro de la cámara de combustión se encuentra una mezcla con buenas cualidades en torno a la bujía. Esta mezcla está rodeada por una capa exterior, que en el caso ideal está compuesta por aire fresco y gases de escape recirculados.



Durante la carrera de admisión el cilindro aspira solo aire.

La positiva característica de economía de consumo es también una consecuencia de la disminuida dispersión de calor. El aire concentrado en la periferia del espacio de combustión mientras se produce la explosión de la mezcla en la zona central de la cámara proporciona una especie de aislamiento térmico. Con esta estratificación específica de la carga, la inyección directa de gasolina alcanza en el campo de carga parcial el mayor ahorro de combustible frente a los inyecciones convencionales: en marcha de ralentí incluso un 40%.



El combustible es inyectado al final de la carrera de compresión e inmediatamente se lanza la chispa de encendido.

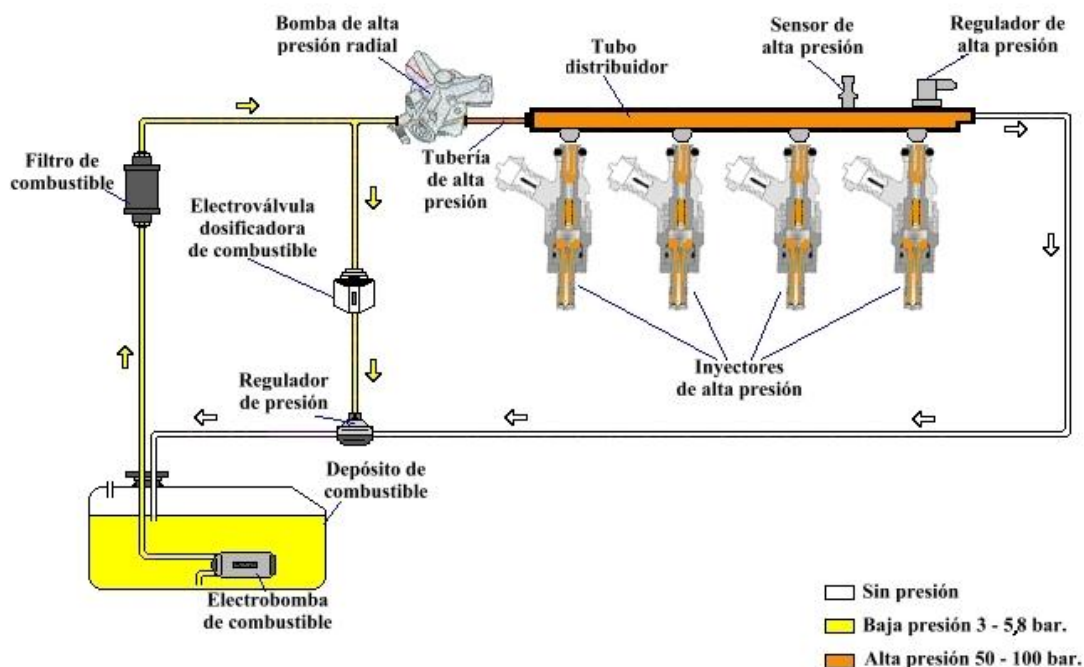
**Mezcla homogénea – Pobre (Lambda 1,55 Aprox.):** Este tipo de mezcla es utilizado durante la transición entre el modo estratificado y el homogéneo. La mezcla pobre se encuentra distribuida de un modo homogéneo en la cámara de combustión.

**Mezcla Homogénea (Lambda = 1):** El control inteligente de la inyección permite disponer asimismo de una mezcla homogénea en los regímenes más elevados (cuando se exige potencia al motor). La inyección es adaptada de forma automática y el combustible no es inyectado en las fases de compresión sino en las de **admisión**. Esto produce, un aumento del llenado de los cilindros y una disminución de la temperatura de compresión cambios que unidos a una relación de compresión alta (11,5:1) dan lugar a unos efectos secundarios muy positivos que se manifiestan en forma de unos elevados valores de potencia y par motor.



En mezcla homogénea la inyección se efectúa al inicio de la carrera de admisión.

El circuito de combustible de un sistema de inyección directa gasolina es prácticamente un calco de un sistema moderno de inyección common rail diesel. Un circuito de baja presión con una electrobomba que acerca a través de un filtro el caudal de combustible necesario hasta una bomba de alta. Y un circuito de alta presión en el cual la bomba de alta eleva la presión del combustible que le llega, un regulador que la ajusta a los valores requeridos y un tubo distribuidor que la acumula para que los inyectores de alta presión efectúen la inyección directamente dentro de los cilindros. Evidentemente las presiones de trabajo están ajustadas a lo que puede soportar la gasolina, ya que la estabilidad de la misma enfrente de la presión no es la misma que la del gasóleo. La presión máxima de trabajo que alcanza el sistema es de 110 bares.



La gestión del motor debe estar en condiciones de cambiar en todo momento de forma instantánea e imperceptible para el conductor, entre el funcionamiento con carga homogénea o estratificada. Los motores dotados de sistema de inyección directa de gasolina no sólo convencen por sus bajos valores de consumo en relación con los motores convencionales, sino también por sus bajas emisiones.

Una retroalimentación regulada de los gases de escape reduce en la gama de carga parcial la expulsión de monóxido de nitrógeno. Sistemas anexos como los catalizadores SCR (catalizadores selectivos de reducción) garantizan el cumplimiento de los futuros valores límite de emisión de gases de escape. Junto con el catalizador de tres vías, la regulación Lambda sigue siendo hoy en día el procedimiento más efectivo para la depuración de los gases de escape en los motores de gasolina. Además de las sondas Lambda estándar, irrumpe en el mercado de manera masiva la sonda Lambda planar, también llamada sonda Lambda de banda ancha, con un campo de medición sobredimensionado para valores Lambda entre 0,7 e infinito, este tipo de sonda resulta apropiada también para motores de gasolina con mezcla pobre. Con ello, se ofrece igualmente para su uso en motores de cuatro tiempos con inyección directa, a la vez que desempeñara un papel importante en cuanto al cumplimiento de las futuras normas para gases de escape.