

INYECCIÓN DIRECTA DIESEL

Vicente Blasco

El mercado de los turismos diesel crece de forma continuada sobre todo en Europa, lo cual se debe a las importantes reducciones de las emisiones contaminantes y a las mayores cotas de confort que han conseguido estos vehículos, alcanzadas gracias al progreso logrado en los últimos diez años de desarrollo tecnológico; sobre todo con la aparición. Los logros conseguidos en este breve periodo de tiempo se deben en parte a la aparición de los motores que incorporan sistemas de inyección indirecta, con los que se logra una reducción del consumo de hasta el 15%.

Mercado en alza

El mercado de los turismos diesel en Europa Occidental se ha duplicado con respecto a los últimos diez años pasando del 14% al 27%; y se prevé que seguirá creciendo. En el mismo periodo de tiempo, la cuota de los turismos diesel con motores de inyección directa aumentó hasta el 75% en 1999. Los turismos diesel de última generación han conseguido reducir en los últimos años las emisiones de sustancias nocivas: las emisiones de los elementos de escape más críticos para los motores diesel, es decir, el NOx, y las partículas, se han reducido en torno al 85%. Al mismo tiempo se ha obtenido mayor potencia específica del motor en un 90%. Se han desarrollado varios sistemas distintos de inyección de alta presión y se ha perfeccionado el sistema electrónico de gestión de motor EDC (Electronic Diesel Control).

Objetivo: menos contaminación y consumo

El origen y expansión de los turismos con motores DI (Direct Injection) es consecuencia de los límites impuestos por las normativas anticontaminación, que resultan cada vez más restrictivas. En la actualidad si se estudia con detalle los valores de los gases de escape de los actuales vehículos con motor diesel de inyección directa, resulta interesante observar que no existen grandes diferencias entre los distintos sistemas de inyección, lo que quiere decir que todos los sistemas de alta presión actuales están por debajo de los valores límite de gases de escape según normas Euro II y Euro IV, ya sea, en función del peso del vehículo, con o sin tratamiento posterior de los gases. Reduciendo el consumo también se reduce la contaminación ya que un mayor consumo de combustible influye en las emisiones de CO₂, que, entre otras sustancias, son responsables del efecto invernadero.

Las características que un moderno motor diesel pretende conseguir son:

- Bajas emisiones.
- Más potencia y más par motor a bajas revoluciones.
- Menor consumo.
- Menor ruido del proceso de combustión.
- Mayor confort y buen comportamiento en ruta.

Los sistemas de inyección han de asegurar:

- Óptimo proceso de inyección.
- Alta presión de inyección.

- Buena pulverización del combustible y correcta duración de la inyección.

Solución: Sistemas de alta presión para motores diesel de inyección directa

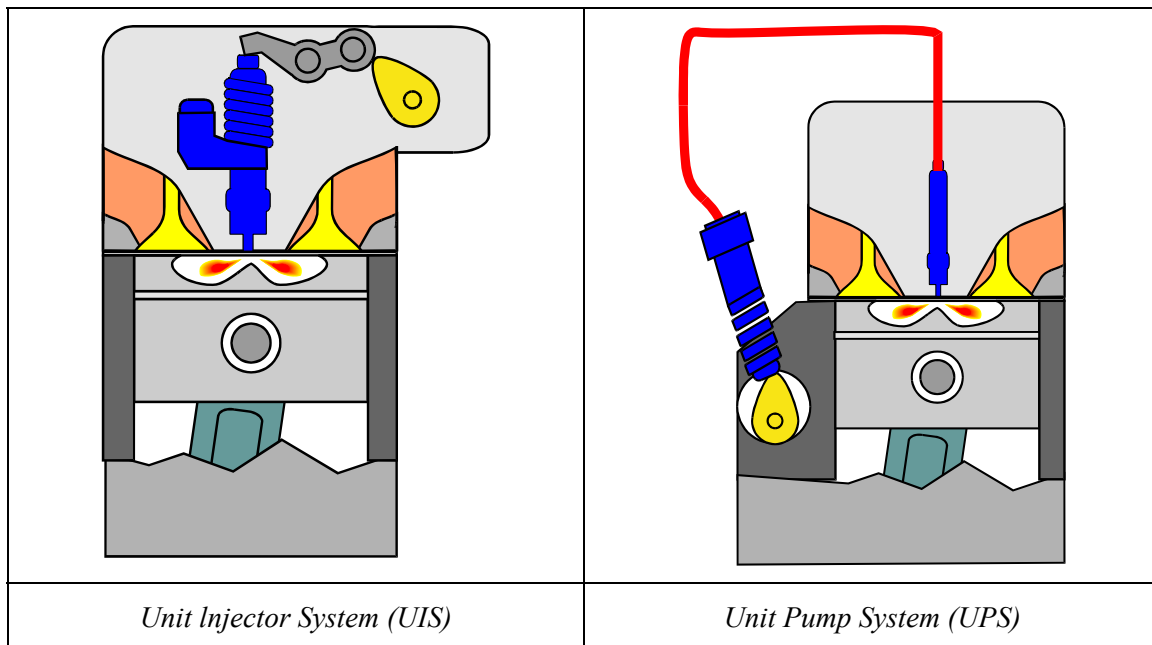
Varios son los sistemas de inyección directa, cada uno de los cuales tiene sus ventajas particulares. Dependiendo del ámbito de aplicación, del tamaño del motor, del número de cilindros o de la adaptación que pueda ser necesaria a los motores ya existentes, las ventajas de una técnica u otra pueden resultar decisivas para los fabricantes de motores. Todos los sistemas están gobernados por módulos electrónicos. Los sistemas son los siguientes

- El Unit Injector System (UIS)
- El Unit Pump System (UPS)
- El Common Rail System CRS
- La bomba distribuidora de émbolos radiales.

Unit Injector System (UIS) y Unit Pump System (UPS)

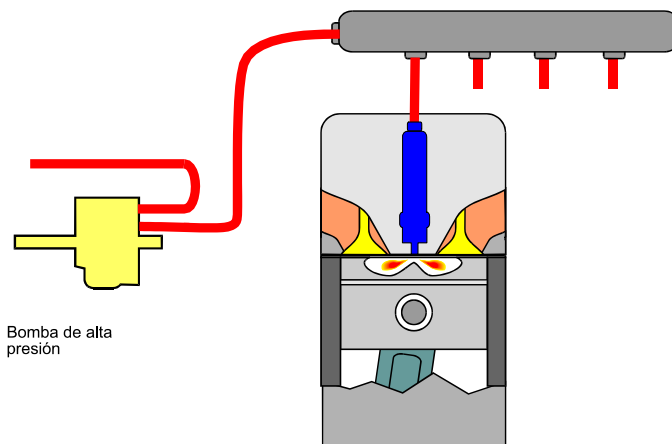
Ambos son sistemas de un cilindro con un módulo para cada cilindro, que comprende la formación de presión y la función propia de la inyección. Una válvula electromagnética de conexión rápida, la medición del carburante y el control exacto del inicio de la inyección forman parte de cada unidad. La diferencia entre ambos sistemas radica en que mientras que en el UIS los émbolos de bomba, la tobera inyectora y la válvula magnética forman una unidad compacta, en el UPS la tobera queda separada de la bomba por medio de un tubo de inyección corto. (ver figuras)

Las altas presiones de inyección que se logran en la tobera y que alcanzan hasta 1.800 bar en el sistema UIS ó 2.000 bar en el UPS se logran gracias a su estructura compacta. Las altas presiones proporcionan una alta energía de pulverización, que es la condición básica para conseguir bajas emisiones contaminantes, menor consumo y una alta potencia específica.



Common Rail System (CRS)

El sistema denominado Common Rail System (CRS) se basa en la alimentación de una rampa (vía) común con una presión de hasta 1.350 bares mediante una bomba de alta presión. En este sistema, la bomba comprime el combustible y lo transporta hacia el conducto acumulador de alta presión, llamado 'Rail'. A través de unos inyectores controlados por válvula electromagnética se inyecta el carburante en las áreas de combustión en la cantidad y el tiempo adecuados. Esta presión, que es controlada electrónicamente es independiente del régimen al que gira el motor, lo que permite obtener un elevado par motor desde los más bajos regímenes.

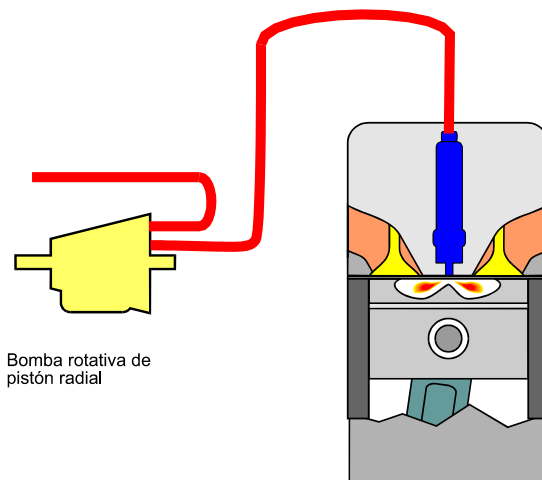


La bomba es accionada por el motor y funciona de forma continua formando en el la rampa, la presión de inyección especificada en la memoria electrónica de la Unidad de Control. Los inyectores inyectan el carburante directamente a la cámara de combustión a través de válvulas magnéticas de conexión rápida y de este modo se consiguen mejores prestaciones, con menor consumo, desde el mismo momento en que se acciona la llave de contacto, sin tiempos de espera.

El punto y la duración del tiempo de inyección se pueden mantener con mucha precisión ya que la electrónica permite configurar libremente la dosificación de la cantidad, incluyendo la pre y post inyección, para optimizar así el proceso de combustión. De esta manera, se pueden mejorar notablemente los valores de consumo, gases de escape y ruido.

La bomba distribuidora de émbolos radiales.

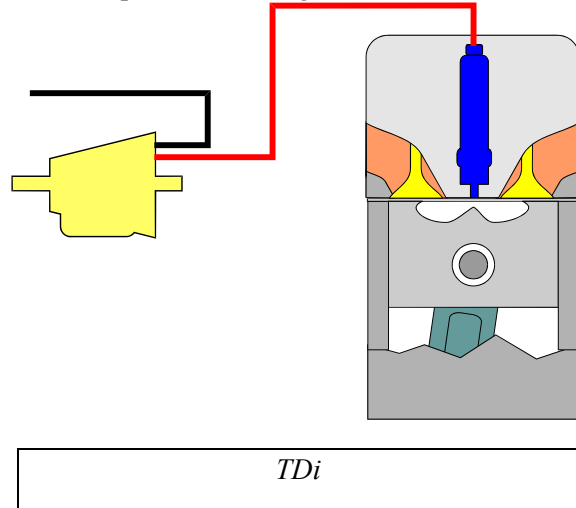
La bomba distribuidora de émbolos radiales, alcanza unas presiones de inyección de más de 1.800 bar en el inyector. El rendimiento hidráulico obtenido con este tipo de bombas es tal que, a pesar del considerable aumento de la potencia, los pares de impulsión son iguales que en la bomba distribuidora de inyección convencional. La dosificación del combustible se realiza mediante una válvula electromagnética. La gran energía pulverizadora que se alcanza de esta forma y la posibilidad de una inyección previa, así como el control variable de la alimentación, proporcionan una combustión plena con un comienzo suave, por lo que el ruido de la combustión es muy bajo. La rápida regulación del momento del inicio de la inyección y la dosificación muy precisa de la cantidad de combustible por medio de las válvulas electromagnéticas de conexión rápida constituyen la base para obtener una gran potencia y un bajo consumo en estos motores diesel.



La evolución de los motores Diesel en la última década

Hay varias tecnologías que en los sistemas de inyección directa que son compartidas entre las distintas marcas. Así, Volvo emplea mecánicas de origen Audi en su gama S70 y V70, y de origen Renault en los S40 y V40. Seat por su parte utiliza los propulsores del Grupo Volkswagen-Audi, al que pertenece, y el Grupo PSA dispone la nueva generación de motores Diesel HDi de inyección directa a alta presión.

Recordemos que la evolución técnica que han conocido las mecánicas diesel se ha producido en solo una década, y estos han sido los principales avances :



- **TURBO.** Se trata de aprovechar la energía perdida por los gases de escape, para suministrar más brío y potencia a los motores.
- **TDI.** Motor turbodiesel de inyección directa. La revolución llegó de la mano del Grupo W-Audi. La mezcla se realiza en el propio cilindro lo que permite usar menos carburante y más aire, alcanzar elevadas prestaciones, bajos consumos y menor contaminación y ruido.
- **MULTIVALVULAS.** Es la alternativa de Mercedes al turbocompresor y Opel la ha combinado, por primera vez en la historia, con el motor TDi.
- **GEOMETRIA VARIABLE.** Este avance, aplicado por los alemanes del Grupo VW-Audi a su propulsor TDi, permite optimizar el funcionamiento a bajas revoluciones del turbo, su principal problema . Hay más potencia aún y ésta aparece por todas partes, mejorando la elasticidad.
- **COMMON RAIL.** Gracias a este sistema, ideado por Fiat e industrializado y comercializado por Bosch I, la inyección del carburante se realiza siempre a la presión ideal, de forma independiente para cada inyector e incluso por etapas, cualquiera que sea el régimen de utilización del motor.

Futuros desarrollos de inyección diesel

Lo que parece claro en el desarrollo de los futuros motores diesel de inyección directa, es que se concede alta prioridad al perfeccionamiento gradual del potencial de presión, de todos los sistemas, ya que una presión elevada permite mejorar el tratamiento del combustible lo que se traduce en una importante reducción de las emisiones contaminantes.

Se está trabajando en el continuo mejoramiento del proceso de inyección, un ejemplo de ello es el inyector Common Rail con regulador piezoeléctrico, que previsiblemente alcanzará la fase de producción en serie en los próximos años. En comparación con la versión actual, controlada por válvula electromagnética, este sistema es notablemente más compacto y, además, facilita una inyección múltiple con intervalos flexibles entre las distintas inyecciones.

Otra mejora importante se consigue con la preinyección, que en la actualidad está prácticamente normalizado en todas los sistemas. El desarrollo de la gestión electrónica del motor se ha progresado con gran rapidez; si hace diez años se utilizaban procesadores de 8 bits; la última generación se está desarrollando con un procesador de 32 bits, lo que hace que la capacidad de

cálculo se haya multiplicado cuarenta veces y la capacidad de memoria haya aumentada hasta 30 veces.

Cabe destacar el desarrollo de la regulación Lambda para motores diesel, resulta básico para poder desarrollar sistemas que permitan una dosificación más exacta de la cantidad de combustible a inyectar; lo que supone una mayor reducción de las emisiones. El funcionamiento se basa en medir la relación de combustible/aire presente en el gas de escape y después, en un circuito de regulación cerrado, controlar la cantidad a inyectar y la cantidad de gas de escape a recuperar.

Otro importante aspecto es la disminución del ruido de combustión, lo que sigue siendo un gran reto, sobre todo cuando las temperaturas son muy bajas. La solución pasa por la utilización de una bujía incandescente de cerámica, tipo espiga, que logre temperaturas de precalentamiento cercanas a los 1.200 °C, en un breve periodo de tiempo (menos de dos segundos). Este tipo de bujías tiene un consumo de energía bastante más bajo que en las bujías incandescentes actuales.