20

Eure!TechFLASH

LA MIRADA EN DETALLE MÁS ACTUALIZADA
A LAS INNOVACIONES DEL AUTOMÓVIL

Edición 20

Injection Systems with LPG and CNG

EN ESTE NÚMERO

INTRODUCCIÓN 2
HISTORIA DEL VEHÍCULO BICOMBUSTIBLE CON GAS 2
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GAS 3
GASÓGENO 3
SISTEMAS GLP 5
SISTEMAS GNC 10
SISTEMA GNL 15
VEHÍCULOS DIÉSEL BICOMBUSTIBLE CON GAS 17
AVERÍAS COMUNES 18
NOTAS TÉCNICAS 18

EureTechFlash es una publicación de AD International (www.ad-europe.com)

Descarga todas las ediciones EureTechFlash en
www.eurecar.org

INTRODUCCIÓN

Las cada vez más restrictivas normas anticontaminación obligan a los fabricantes de automóviles al desarrollo de vehículos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Una de las tecnologías recientemente impulsadas por los constructores es el desarrollo de motores alimentados con gas, solución que ya se aplicaba desde hace años como modificación por cuestiones económicas.

Los vehículos bicombustible o bi-fuel se caracterizan por la utilización de motores de combustión interna que pueden trabajar con dos combustibles diferentes, normalmente la gasolina y un gas comprimido (GLP, GNC o GNL). No obstante, también se pueden encontrar motores diésel (sobre todo en vehículos industriales) que trabajan con gasoil y alguno de los gases mencionados.

La utilización de estos gases aporta las siguientes ventajas:

- Una combustión más limpia junto a una notable reducción de CO_2 y de emisiones contaminantes (NO_x, CO, PM…).
- Es un combustible más económico que la gasolina.
- El motor de combustión sufre un desgaste muy inferior a otro que utiliza únicamente gasolina, pues el gas deja una cantidad inferior de residuos en el mismo y no contamina el lubricante.
- El motor es más silencioso y las vibraciones son menores al funcionar con gas.
- La gran mayoría de vehículos gasolina pueden ser reconvertidos a GLP, ya que su funcionamiento es muy similar y la instalación del equipo necesario no es muy complicada.
- Posibilidad de mayor autonomía al utilizar dos combustibles.

No obstante, también tiene sus inconvenientes:

- El precio de reconvertir un vehículo a gas es elevado.
- El consumo en masa de combustible resulta entre un 5 y un 10 % superior en gas con respecto al funcionamiento a gasolina.
- La potencia del motor se reduce hasta un 10 % dependiendo del gas.
- El número de estaciones de servicio para el repostaje, según el país, puede ser limitado, en especial para el GNC y GNL.
- El repostaje es ligeramente más complicado de realizar que la operación tradicional de repostaje de vehículos gasolina y diésel.
- En motores no específicos es necesaria la utilización de aditivos para evitar el resecado y desgaste prematuro de los asientos de las válvulas.

HISTORIA DEL VEHÍCULO BICOMBUSTIBLE CON GAS

El uso de diferentes gases como combustible se conoce desde hace siglos, aunque su aplicación se limitaba a la iluminación hasta que se inventó la bombilla eléctrica en 1879. Entre el año 1900 y 1912 se comprobó que la gasolina natural sin refinar tenía mucha tendencia a evaporarse debido a la presencia de sustancias "inestables" en el combustible.

Alrededor de 1911, el químico de origen estadounidense Walter Snelling, demostró que la evaporación se debía al propano y butano presentes en la gasolina y desarrolló un método sencillo con el que conseguía separar voluntariamente estos gases de la gasolina para posteriormente licuarlos a una presión razonable. Este descubrimiento marcó el inicio de un nuevo combustible que se denominó gas licuado de petróleo (GLP), el cual podía transportarse en estado líquido y utilizarse en estado gaseoso.

Los primeros vehículos alimentados con gas funcionaban con gas no comprimido y se popularizaron durante la Primera Guerra Mundial por la escasez de gasolina, hecho que se intensificó aún más en la segunda. En esta época, aunque el gas era mucho más barato, sus inconvenientes eran considerables. Al no disponer de medios eficaces para la compresión, se necesitaba un recipiente de almacenamiento voluminoso, comenzando a utilizarse bolsas que iban situadas en el portaequipajes.

La enorme bolsa se llenaba por completo antes del trayecto, para deshincharse progresivamente durante el mismo. Sin embargo, los puentes, túneles, ramas y otros obstáculos podían dañar la bolsa, así como la alta velocidad. Superar los 50 km/h no era aconsejable en ningún caso.

Entre el final de la Primera Guerra Mundial y la postguerra de la segunda, las dificultades para abastecerse de petróleo y sus derivados en buena parte del mercado mundial, provocaron que muchos de los vehículos privados y agrícolas existentes pasaran a funcionar con una tecnología llamada gasógeno.

La combustión imperfecta de determinados sólidos produce Monóxido de carbono, que como gas tiene todavía algo de poder calorífico. Si a la reacción se le añade agua también se puede generar hidrógeno, que es combustible también.

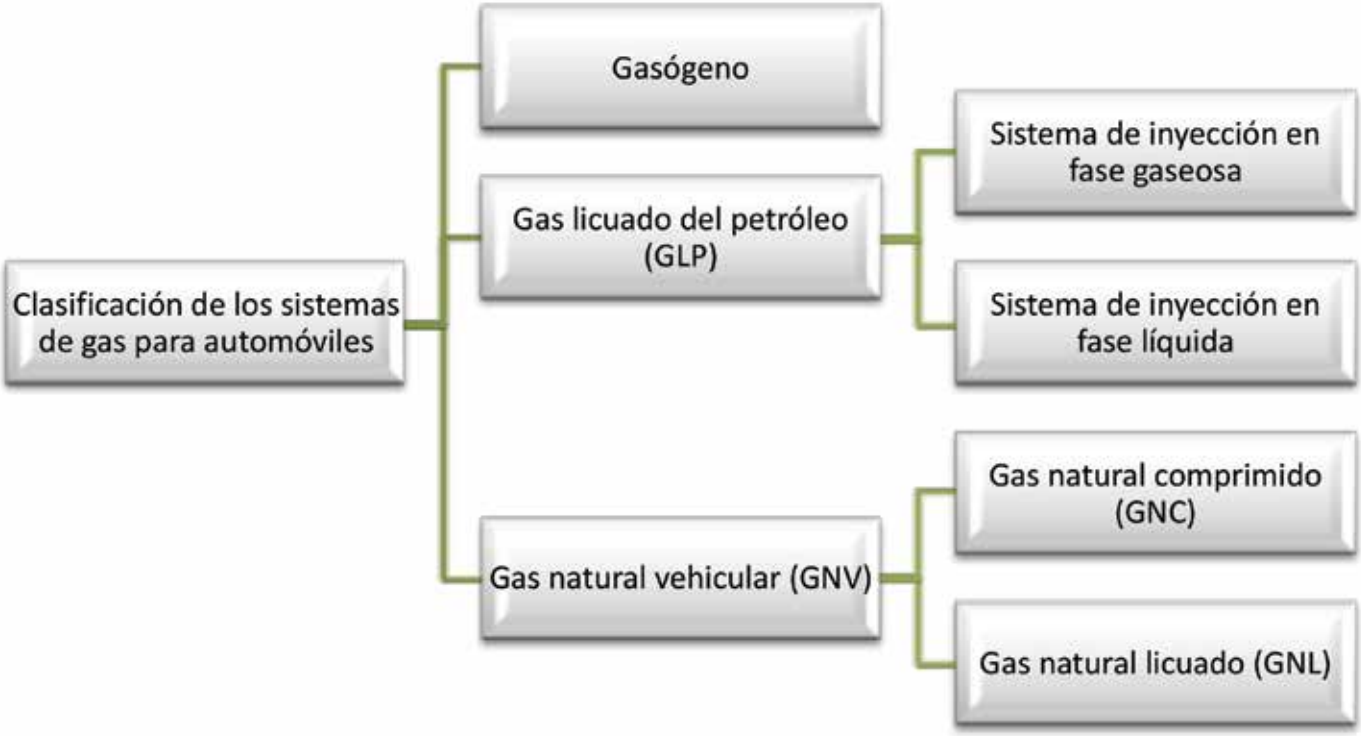
En la segunda mitad del siglo XX gracias a la introducción de las bombonas metálicas, la alimentación de motores con gas GLP se perfeccionó y el sector fue creciendo al ritmo de la disponibilidad de refinerías envasadoras y distribuidoras. La comercialización en estado comprimido sustituyó la sobredimensionada bolsa por una bombona metálica de tamaño comparativamente reducido que se podía sustituir fácilmente por otra al consumirse el gas.

También se aprovechó el gas natural que se extrae del subsuelo terrestre para hacer funcionar un motor de explosión. Este gas se denomina gas natural vehicular (GNV) y se comercializa en dos variantes: el gas natural comprimido (GNC) y el gas natural licuado (GNL). En 1939, La empresa italiana Tartarini fue la primera en el mundo en diseñar una instalación de GNC para su uso en el transporte por carretera. Su funcionamiento es parecido al del GLP pero se almacena a presiones mucho más elevadas para lograr una densidad energética suficiente.

En la actualidad, solamente se utilizan los sistemas GLP y GNV para vehículos.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GAS

A lo largo de la historia del automóvil, se han utilizado numerosos sistemas para el funcionamiento con gas de los vehículos automóviles. Los más destacables son el gasógeno, el gas licuado del petróleo (GLP), el gas natural comprimido (GNC) y el gas natural licuado (GNL). En el caso del GLP existen dos variantes: sistema de inyección en fase gaseosa y sistema de inyección en fase líquida.



GASÓGENO

El gasógeno es un dispositivo que se instala en vehículos de gasolina para conseguir la gasificación de un combustible sólido.

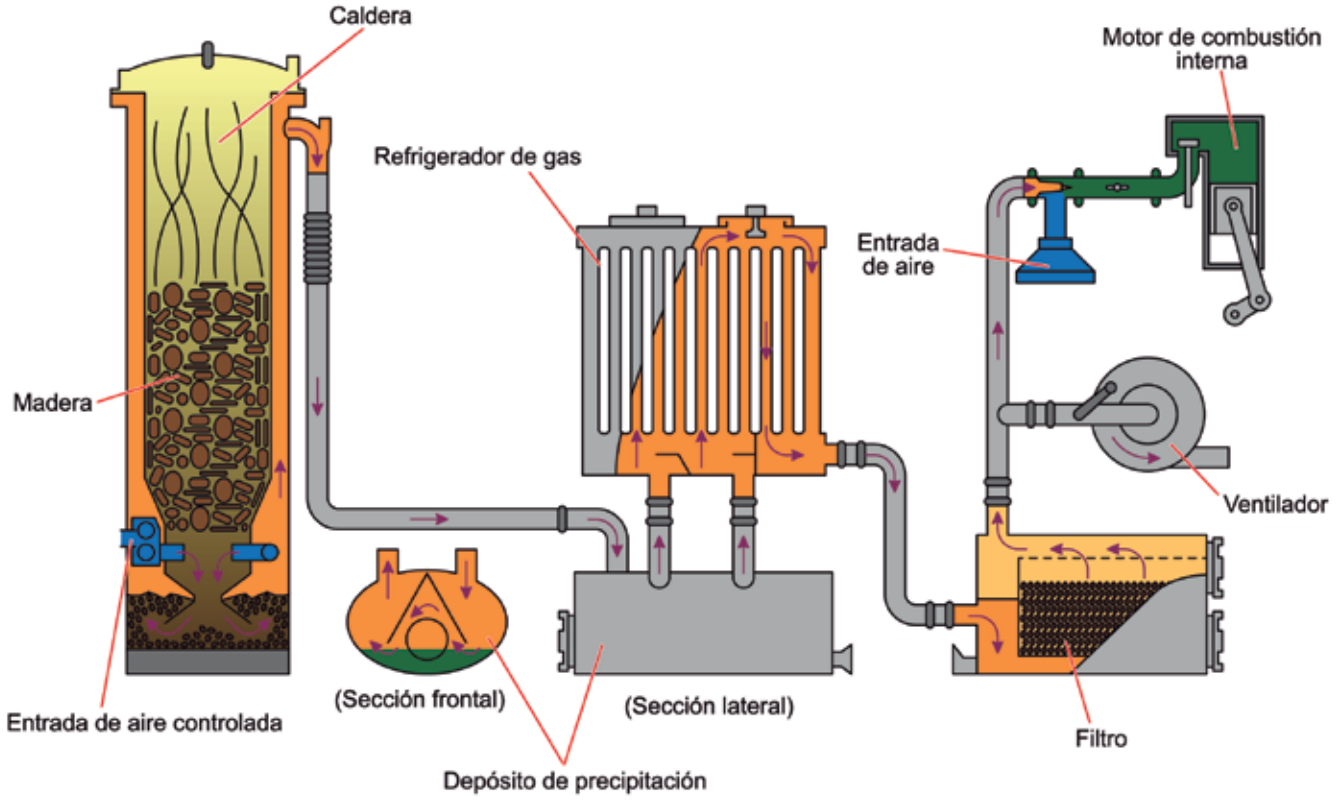
Cuando se quema parcialmente madera, carbón o cualquier material troceado con alto contenido en carbono, se generan gases combustibles. La combustión de sólidos en receptáculos cerrados con déficit de aire produce cantidades importantes de monóxido de carbono (CO), que puede ser empleado como alimento gaseoso en motores de explosión debidamente adaptados para ello. La precompresión de la mezcla en estos motores facilita la ignición y oxidación completa del CO, liberando calor. Al utilizar este sistema se podían aprovechar combustibles sólidos para mover motores de combustión interna en tiempos de escasez de gasolina u otros combustibles líquidos compatibles.

El proceso de gasificación de materia orgánica para ser convertida en gas, se llevaba empleando desde la década de 1870, para la obtención de gas de alumbrado en lugares de difícil abastecimiento de combustibles específicos.

Fue el ingeniero químico francés Georges Christian Peter Imbert, nacido en 1884, quien perfeccionó la técnica para obtener gas combustible a partir de madera en el primer cuarto del siglo XX consiguiendo un sistema portátil para automóviles. Partiendo de sus diseños, la necesidad hizo que aparecieran cientos de variantes adaptadas a todo tipo de vehículos. En algunos lugares la escasez de combustibles llegó a ser tal que se construyeron variantes del sistema que no partían de la madera o el carbón como materia prima, sino del carburo cálcico que al reaccionar con agua produce acetileno.

El gasógeno consiste en un gran recipiente metálico que se utiliza como caldera en la cual se introduce el combustible sólido que sufrirá la combustión parcial. Para que el invento funcione correctamente, la caldera necesita una entrada de aire controlada, de modo que con escasez de oxígeno la madera no se quema completamente. El combustible sólido se oxida parcialmente para potenciar la formación de monóxido de carbono (CO), cosa que no sucede cuando la combustión es completa.

El monóxido de carbono producido se conduce mediante tuberías hasta un depósito de precipitación, un refrigerador para aumentar la densidad y un filtro para retener las impurezas sólidas. El gas tratado, se introduce en los cilindros del motor de gasolina mezclado con aire, donde explosiona gracias a la ignición que provoca el salto de la chispa de encendido.



Debido al escaso poder energético del monóxido de carbono, el rendimiento del motor alimentado con gasógeno era muy reducido. La potencia reducida no permitía circular a altas velocidades y en ocasiones el vehículo no podía superar las pendientes ascendentes. Por ello, en muchas instalaciones se incorporaban mecanismos para enriquecer la mezcla de forma puntual, por ejemplo, sistemas de vapor de agua para añadir hidrógeno a la reacción de combustión. Otras instalaciones disponían de un pequeño depósito para gasolina o alcohol conectado al motor y una llave de paso que se abría únicamente cuando era necesario superar un obstáculo.

Otro problema del gasógeno era el gran volumen de los elementos necesarios para una producción de gas suficiente. En camiones o autobuses la complicación de adaptar el sistema era menor, pudiéndose instalar en la parte trasera e incluso en el amplio techo, pero en los automóviles resultaba bastante complicado. En algunas ocasiones, sin espacio suficiente para la caldera, se recurría a su instalación en un remoque asociado al vehículo.

Adaptar un vehículo con motor de gasolina para la alimentación con gasógeno, no era una tarea complicada. Con escasos materiales se podía realizar la adaptación en pocas horas. Con el tiempo surgieron kits especiales, bajo patentes diversas, destinados a facilitar la tarea de montaje. Algunos vehículos como el “escarabajo” de Volkswagen, se fabricaron en determinadas épocas con el gasógeno instalado de serie. La recarga de sólidos en este modelo se realizaba a través de un orificio en el capó.

SISTEMAS GLP

El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla licuada de los gases disueltos en el petróleo, principalmente propano y butano. Aunque a temperatura y presión ambientales ambos son gases, son fáciles de licuar aumentando la presión de forma moderada, de ahí su nombre.

La obtención de GLP tiene dos orígenes. El 60 % de la producción se obtiene de forma directa en estado gaseoso durante la explotación de los yacimientos petrolíferos, mientras que el 40 % restante se produce durante el refinado del crudo. Por tanto, el GLP es un producto secundario que existe de forma natural.

Sistema de inyección en fase gaseosa

Este sistema es el más común ya que mecánicamente no requiere cambios importantes en los vehículos. El sistema consta de depósito, canalizaciones, componentes electrónicos y sistema de inyección. La conversión de motores alimentados con gasolina para su funcionamiento con GLP inyectado en estado gaseoso es sencilla, especialmente en modelos de inyección indirecta.

La dosificación del combustible se realiza directamente en fase gaseosa y de forma indirecta, es decir, en el colector de admisión y a baja presión.

La ventaja principal del GLP, a parte de su precio, es que proporcionalmente produce menos contaminantes que un motor gasolina, aunque tiene la desventaja de consumir más masa de combustible y se reduce aproximadamente en un 10 % la potencia total del motor. Otro inconveniente es que el motor no puede ponerse en marcha directamente con GLP ya que su densidad varía sustancialmente en función de la presión y temperatura del aire en el colector de admisión, por lo cual el arranque en frío debe realizarse con gasolina y cambiar automáticamente a gas cuando el motor alcanza la temperatura suficiente.

Pulsador de selección del combustible
Unida de control de GLP
Unidad de control de motor
Bujía de encendido
Sonda lambda
Inyector de GLP
Inyector de gasolina
Catalizador
Electroválvula de paso
Cilindro
Unidad de control de la electrobomba del GLP
Pistón
Electrobomba de GLP
Depósito del GLP
Sensor de presión y regulador de presión del GLP
Electroválvula de paso
Sensor de nivel del GLP

El sistema consta de un depósito donde se almacena el GLP en estado líquido a una presión aproximada de 8-10 bar que se llena hasta un 80 % de su capacidad total. El depósito incorpora una electroválvula que actúa como llave de paso y una llave manual para cerrar el paso hacia las canalizaciones en caso de emergencia o cuando el vehículo permanece parado largos periodos de tiempo.

El combustible en estado líquido se dirige desde el depósito de GLP al regulador de presión a traves de canalizaciones. En el regulador se puede encontrar otra electroválvula de paro. El regulador tiene la función de reducir la presión del GLP a 1 bar aproximadamente, permitiendo el cambio de estado de líquido a gas para facilitar su dosificación en el momento de la inyección.

El gas a baja presión se conduce hasta la rampa de inyección donde se encuentran los inyectores GLP. Estos inyectores pueden ubicarse directamente en el colector de admisión o en función del espacio, el gas dosificado puede dirigirse al colector mediante pequeñas canalizaciones.

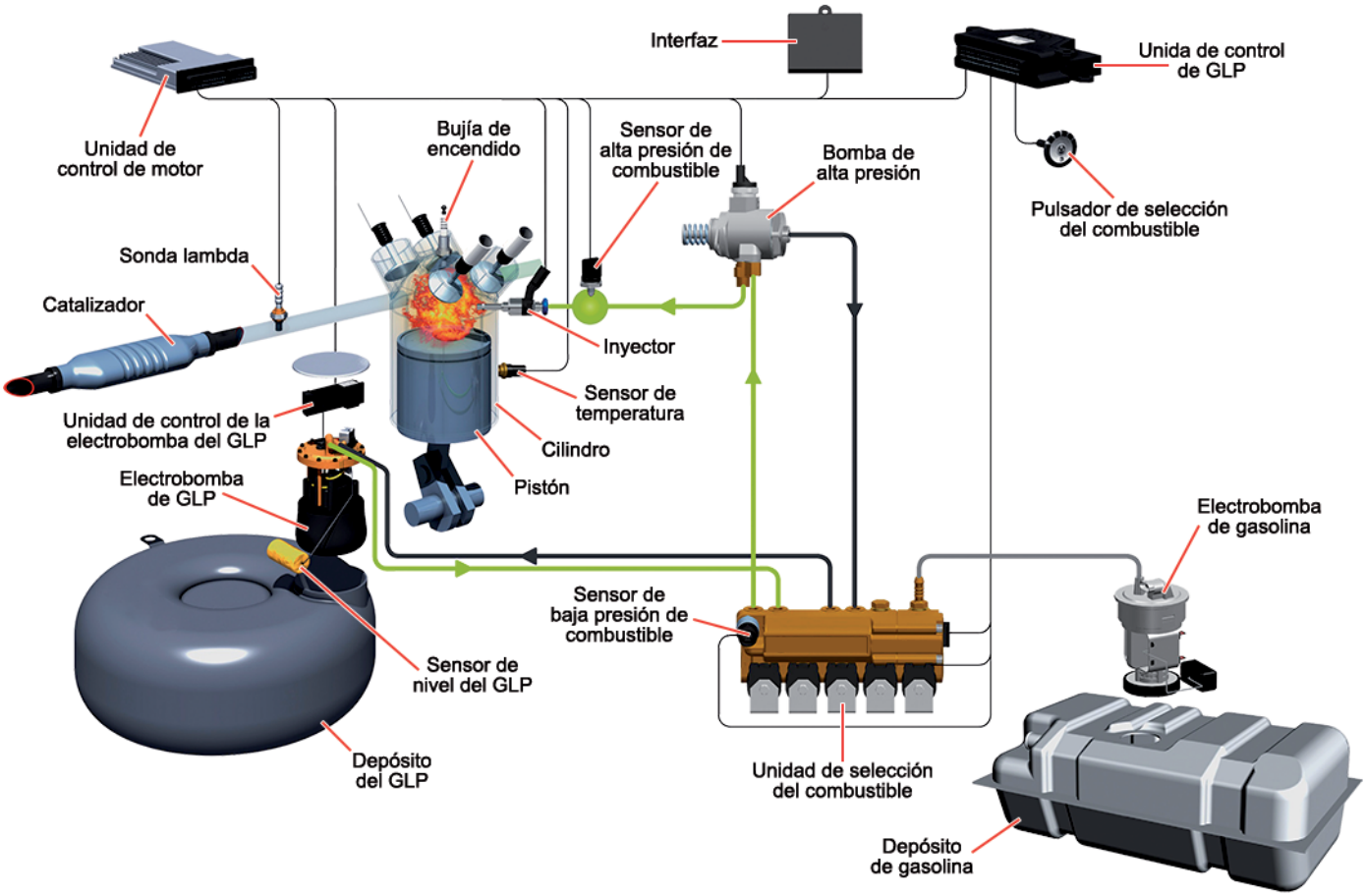
Todo el sistema es gestionado por una unidad de control específica que se comunica con la unidad de control del motor para que el cambio de combustible pueda realizarse correctamente y obtener las informaciones necesarias para la dosificación de la masa de GAS. En cualquier parte del circuito entre la salida del depósito y la entrada a la rampa de inyección puede ubicarse un filtro para eliminar las impurezas del GLP. Entre la salida del regulador de presión y la rampa de inyección suele ubicarse un sensor de presión.

El gas GLP tiene la particularidad de resecar las válvulas de admisión/escape y sus asientos. Para solventar este inconveniente, los fabricantes de vehículos montan válvulas especiales en los modelos equipados con sistemas GLP de fábrica. En vehículos reconvertidos debe utilizarse un aditivo especial mezclado en el depósito de gasolina.

Sistema de inyección en fase líquida

Es el sistema de inyección GLP más moderno, que realiza la dosificación del combustible en estado líquido y a alta presión. Se puede utilizar tanto para motores gasolina con tecnología de inyección indirecta como en los actuales de inyección directa, como los TSI, TFSI, PureTech...

La inyección del GLP en fase líquida reduce la temperatura de la mezcla aire/combustible logrando un efecto similar al intercooler, que permite un mayor rendimiento y eficiencia en el funcionamiento de los motores. Los rendimientos obtenidos son equivalentes a los obtenidos con gasolina, equiparando el funcionamiento del motor a las características y valores para los que fue diseñado pudiendo incluso aumentar las prestaciones. La dosificación del GLP en estado líquido permite la puesta en marcha del motor con gas.



El GLP se mantiene en estado líquido durante todo el proceso, se introduce en los cilindros a través de los mismos inyectores que la gasolina y se comprime con la misma bomba de alta presión. Al inyectar en fase líquida, se reduce la temperatura máxima de la combustión.

El componente más destacable del sistema es la unidad de selección de combustible, elemento que permite alternar sin problemas entre la alimentación con gasolina o GLP. La gasolina y el gas se introducen en la unidad de selección y el combustible seleccionado pasa a la bomba de alta presión, que regula la presión del líquido antes de que se realice la inyección en el motor, en función de las necesidades de trabajo y el combustible seleccionado.

Componentes de los sistemas

Depósito GLP:

Almacena el gas en estado líquido a una presión entre 8-10 bar. Puede ubicarse en el hueco de la rueda de repuesto, en el maletero o en los bajos del vehículo. Incluye un sensor de nivel de llenado, la electroválvula de paro y elementos de seguridad para cerrar el paso de gas manualmente.

Electroválvula de paro:

Su función es interrumpir o permitir el paso del GLP según lo dispuesto por la unidad de control. Pueden ubicarse dos en el circuito, una a la salida del depósito y otra a la entrada del regulador de presión.

Regulador de presión:

Su función es regular el flujo del GLP para conseguir el cambio de estado líquido a gaseoso y el suministro a presión constante. En su interior hay un orificio calibrado para el líquido y una cámara de expansión donde se transforma en gas y reduce la presión a 1-2 bar.

Sensor de presión:

Se ubica generalmente en la rampa de inyección y su función es medir la presión del GLP en estado gaseoso.

Filtro:

Su función es eliminar las impurezas que pueda contener el GLP. Generalmente se monta en la zona del circuito donde el gas está en estado gaseoso, pero también se puede ubicar en la zona de estado líquido.

Inyectores GLP:

Son los encargados de inyectar el GLP en el colector de admisión y normalmente hay uno por cada cilindro del motor. Se suelen ubicar en una rampa de inyección y a cierta distancia del colector de admisión, conduciéndose el gas dosificado a través de canalizaciones flexibles hasta el colector de admisión.

Unidad de control del GLP:

Su función es calcular la masa de GLP necesaria y gestionar el sistema para su funcionamiento. Para ello recibe la información de los sensores y acciona los inyectores GLP.

Pulsador de selección de combustible:

Se ubica en el habitáculo al alcance del conductor en los equipos aftermarket que no realizan la selección automática de combustible. En algunos modelos también tiene el indicador de nivel de GLP que hay en el depósito.

Unidad de selección de combustible:

Su función es la selección del combustible, GLP o gasolina, que pasa a la bomba de alta presión y el sistema de dosificación. Solo se utiliza en sistemas de inyección en fase líquida.

Canalizaciones:

Las canalizaciones de alimentación de GLP pueden estar fabricadas de acero, cobre reforzado u otro material equivalente.

Repostaje

El repostaje del gas GLP se realiza en surtidores a presión específicos. La boca de carga de GLP no está estandarizada, por lo cual existen diferentes formatos y adaptadores para poder repostar GLP. Los adaptadores se roscan en la boquilla ubicada en el vehículo y hacen de intermediarios entre el surtidor y el vehículo. Los adaptadores suelen incorporar juntas flexibles para la hermeticidad durante el repostaje que deben ser sustituidas si presentan grietas u otros daños.

Al repostar se deben tomar las mismas medidas de seguridad que al repostar gasolina o gasoil. Se debe tener en cuenta que al desacoplar el surtidor al finalizar el llenado, éste es expulsado de manera brusca por la presión del gas acumulado entre la boca de llenado y el propio surtidor.

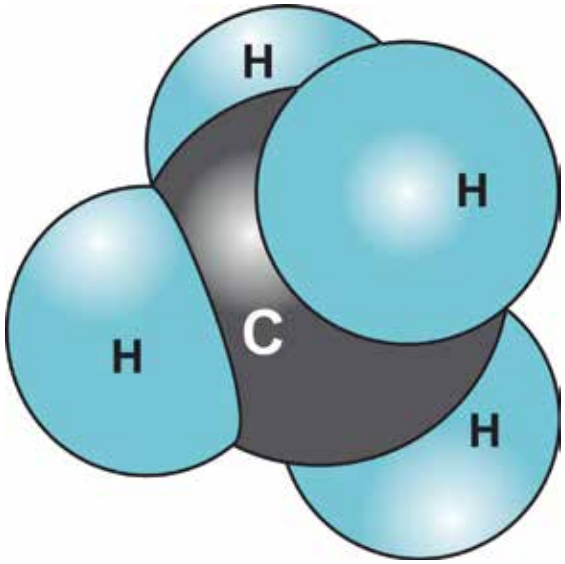
SISTEMAS GNC

El gas natural puede utilizarse en vehículos con motores de gasolina comprimido a presiones de 200-250 bar para lograr una densidad energética suficiente. Está compuesto principalmente por metano (CH4) llegando hasta una proporción del 97%. Este gas existe de forma natural en el subsuelo terrestre y se obtiene por extracción directa. Para la detección de fugas se le añaden aditivos olorosos. Se distribuye bajo dos denominaciones en función de la procedencia y del porcentaje de metano:

- **High-Gas:** Tiene un porcentaje de metano entre el 79,8 y el 98%.
- **Low-Gas:** Tiene un porcentaje de metano entre el 80 y el 87%.

La densidad energética de 1 kg de GNC es superior a la de cualquier otro combustible fósil disponible, por lo cual se requiere una menor cantidad de combustible para producir la misma energía. Esto quiere decir que al funcionar con GNC, el motor no pierde prestaciones como pasa con el GLP. La energía de un kilogramo de CNG equivale a:

- 2.0 litros de GLP.
- 1.5 litros de gasoil.
- 1.3 litros de gasolina.



	High gas	Low gas
Poder calorífico en kW/m3	11.1 - 10.0	8.9
Metano (CH4) %volumen	79.8 - 98	80 - 86.8
Etano (C2H6) %volumen **Propano (C3H6) %volumen** **Butano (C4H10) %volumen**	9.9 -1.3	6.7
Gases inertes % volumen	3.0 - 0.9	6.5
Color	Incoloro	
Olor	Se odoriza con tetrahidrotiofeno	
Temperatura de ebullición	de -195 ºC a -155 ºC	
Temperatura de encendido	de 575 ºC a 625 ºC	
Densidad relativa (aire=1)	0,55 a 0,75. Más ligero que el aire	
Índice de octano	hasta 130 octanos	
Contenido energético 1 kg	13 kWh aproximadamente	

El gas natural tiene el menor impacto ambiental de todos los combustibles fósiles por la alta relación hidrógeno-carbono en su composición. Es más ligero que el aire, por lo cual las fugas de este gas se disipan en la atmósfera y no contaminan el suelo ni el agua. Como combustible para vehículos, reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) en un 90 %, y no produce compuestos de azufre ni partículas sólidas.

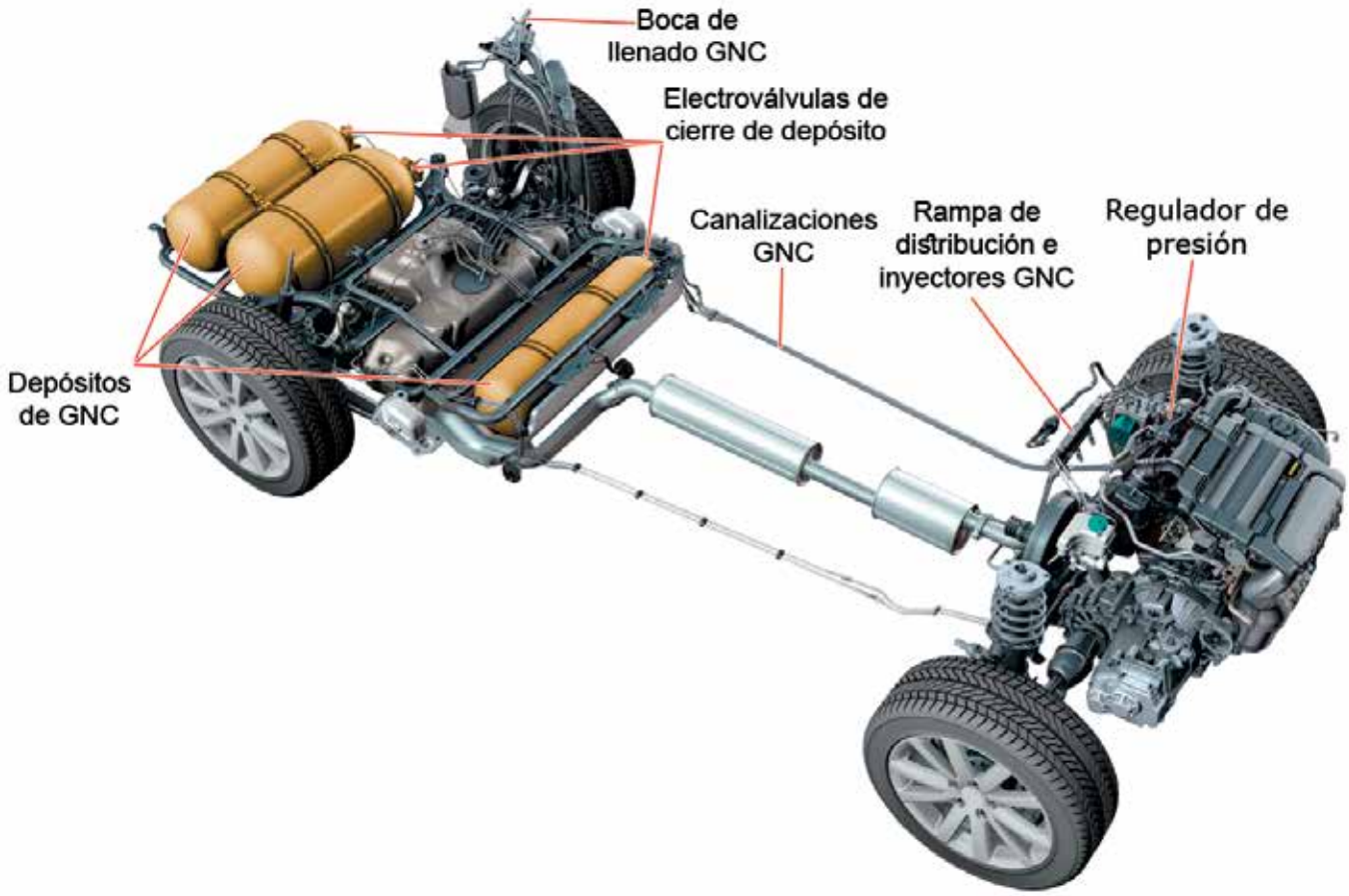
Funcionamiento del sistema

La alimentación con GNC es similar a la de GLP en fase gaseosa ya que este también se inyecta de forma indirecta en el colector de admisión, sin embargo trabaja a presiones diferentes tanto en el almacenamiento como en la dosificación. Al igual que otros sistemas, dispone de sensores y actuadores específicos que son gestionados por una unidad de control independiente o la misma que gestiona la inyección de gasolina en el caso de los vehículos que vienen con el sistema GNC de fábrica.

A diferencia del GLP, el GNC puede poner en marcha el motor en frío, a excepción de los siguientes casos:

- **Fallos en el sistema:** en caso de fallo de algún componente o detección de fugas, la unidad de control puede cortar la alimentación a gas y continuar con gasolina.
- **Temperatura del refrigerante inferior a -10 ºC:** Las agujas de los inyectores de gas pueden quedar pegadas a estas temperaturas. Por ello la UCE pone en marcha el motor a gasolina mientras aplica corriente eléctrica de baja intensidad al bobinado de los inyectores para calentarlos.
- **Después de repostar GNC:** la UCE debe reconocer la calidad y cantidad del GNC contenido en los depósitos y pudiendo tardar hasta un par de minutos, tiempo que se hace funcionar el motor con gasolina.

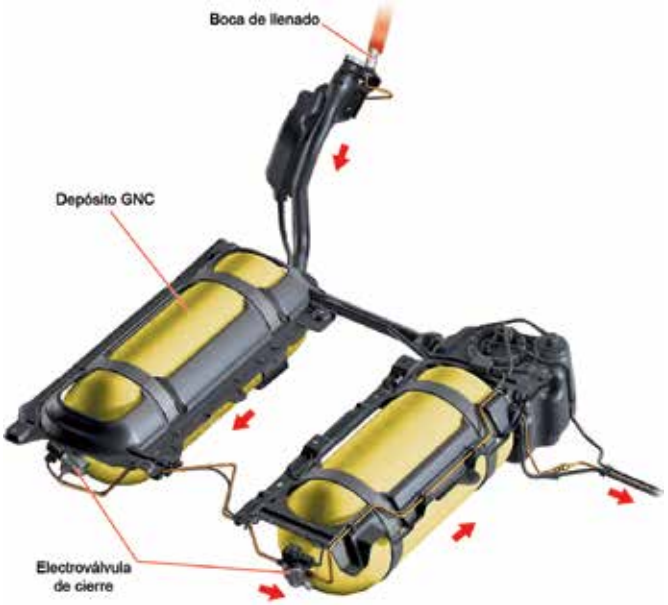
El sistema GNC no suele disponer de un pulsador de selección de combustible como otros sistemas de gas, y el motor tiene componentes modificados o se deben utilizar aditivos específicos. El circuito de alimentación de gas natural se divide en dos tramos, en función de la presión:



Alta presión

El gas natural se almacena en los depósitos en estado gaseoso a una presión de 200 bar aproximadamente. Cada depósito tiene una electroválvula de cierre que controla el paso del gas desde los depósitos a las canalizaciones de salida. Las electroválvulas se abren eléctricamente cuando el sistema está libre de averías y se pretende poner en marcha el motor. El gas se conduce hasta el regulador de presión por las canalizaciones a la misma presión que se encuentra en el depósito.

Los depósitos están interconectados por canalizaciones, para su vaciado y llenado simultáneo. En este tramo de circuito se coloca un sensor de presión para evaluar la cantidad de gas que queda en los depósitos y la presión.

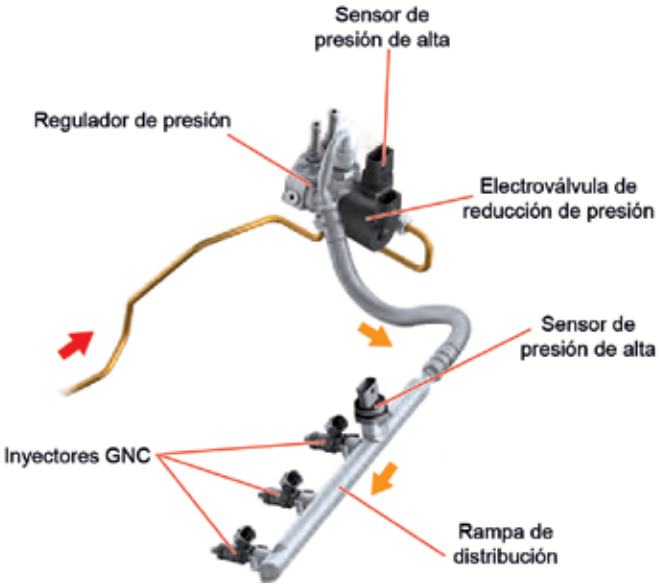


Baja presión

El regulador de presión es el encargado de reducir la alta presión procedente del depósito a la presión de inyección, que ronda los 6 - 9 bar. La reducción de la presión es consecuencia de la expansión del GNC controlada por la apertura de un pequeño paso a través de la electroválvula de reducción de presión.

La reducción de presión provoca la bajada de temperatura considerable del gas, que puede producir la congelación del regulador. Para evitarlo, los fabricantes añaden sistemas de calefacción mediante resistencias eléctricas o el propio líquido refrigerante del motor.

El gas natural a baja presión se conduce hasta la rampa de distribución donde se inyecta en el colector de admisión a través de los inyectores GNC. El sistema cuenta con tantos inyectores GNC como cilindros tiene el motor



Componentes del sistema

Depósito GNC:

Se pueden utilizar uno o varios depósitos que se fijan al vehículo mediante un armazón de chapa para protegerlos de posibles impactos. Su ubicación depende del vehículo, aunque generalmente están ubicados en el maletero o en los bajos traseros. Los depósitos están comunicados mediante canalizaciones formando una misma unidad funcional. Se fabrican con una pintura especial para que sean más resistentes a la corrosión y a los arañazos.

Electroválvula de cierre:

Se ubica en la entrada de cada depósito GNC. Su función es permitir o impedir el paso de gas del depósito hacia las canalizaciones. Las electroválvulas incorporan una válvula mecánica unidireccional de muelle que permite el paso del gas hacia el depósito en las operaciones de repostaje.

Regulador de presión:

Realiza la reducción controlada de la presión del GNC desde 200 bar hasta un rango entre 5 y 9 bar.

Sensor de alta presión:

Ubicado en cualquier punto del circuito de alta presión, generalmente en la canalización entre los depósitos y el regulador de presión. Detecta la presión efectiva en el sistema de acumulación. También informa a la UCE cuando se realiza un repostaje por el aumento de presión en los depósitos.

Sensor de baja presión:

Generalmente está ubicado en la rampa de distribución y mide la presión del gas en el circuito de baja presión. Algunos sensores también pueden medir la temperatura.

Unidad de control del GNC:

Su función es gestionar el sistema para que funcione correctamente. Para ello recibe la información de los sensores y acciona los inyectores GNC.

Rampa de distribución:

En ella se acumula el gas a baja presión antes de ser inyectado en el colector de admisión. Dispone los alojamientos de los inyectores GNC y en ocasiones del sensor de baja presión.

Inyectores:

Son los encargados de dosificar la cantidad de gas requerida en cada ciclo de trabajo en función de las condiciones de trabajo del motor permitiendo su paso al colector de admisión. Hay tantos inyectores como cilindros tiene el motor.

Canalizaciones:

Las tuberías del tramo de alta presión están fabricadas en acero bonificado y las uniones se realizan con racor de doble cono para asegurar así la estanqueidad y evitar posibles fugas.

Repostaje

El repostaje de gas natural es sencillo, está exento de peligro y es tan rápido como el del resto de combustibles. La presión estándar en los depósitos es de 200 bar a una temperatura de 15 °C. Para evitar que la presión en frío descienda de los 200 bar, la presión de repostaje variará entre 210 y 250 bar.

La boca de llenado incorpora una válvula de retención con filtro. La válvula de retención impide la fuga del GNC en sentido contrario durante la operación de repostado de gas y el filtro retiene las impurezas más gruesas que pueda contener el gas natural. Al retirar la manguera de llenado, la descarga de una pequeña presión residual limpia el filtro, por lo cual el filtro no requiere mantenimiento.

El surtidor de GNC indica el valor de carga de gas natural en kilogramos. Un 1 kg de gas natural comprimido a 200 bar en los depósitos ocupa un volumen aproximado de 6,2 litros.

SISTEMA GNL

El gas natural licuado GNL es gas natural procesado para su transporte en estado líquido. Está compuesto principalmente por metano (CH4), pero a diferencia del GNC, se almacena y distribuye en estado líquido a presión atmosférica y -162 °C. Para mantener el gas en estado líquido a temperaturas criogénicas, cada depósito, se compone de dos recipientes concéntricos. El recipiente interior es de acero inoxidable y el exterior de acero al carbono. La cámara intermedia destinada al aislamiento térmico esta rellena de perlita en polvo y se reduce la presión interna por vacío.

El GNL se utiliza generalmente en motores estacionarios para grandes plantas industriales ya que contamina menos que un motor diésel y el precio del gas es relativamente bajo. Hoy en día esta tecnología solo está disponible en formato móvil para vehículos industriales, como cabinas tractoras y camiones o en motores marinos de gran cilindrada.

Funcionamiento del sistema

El GNL se puede utilizar tanto en motores de explosión (Otto) como en motores de encendido por compresión (Diesel). En el caso de los motores diésel, se realiza una inyección dual, siendo necesaria la alimentación simultánea con ambos combustibles para el funcionamiento. En el motor de encendido por chispa (gasolina), el motor puede funcionar con GNL únicamente. En ambos casos la inyección se realiza en estado gaseoso, es decir en GNC.

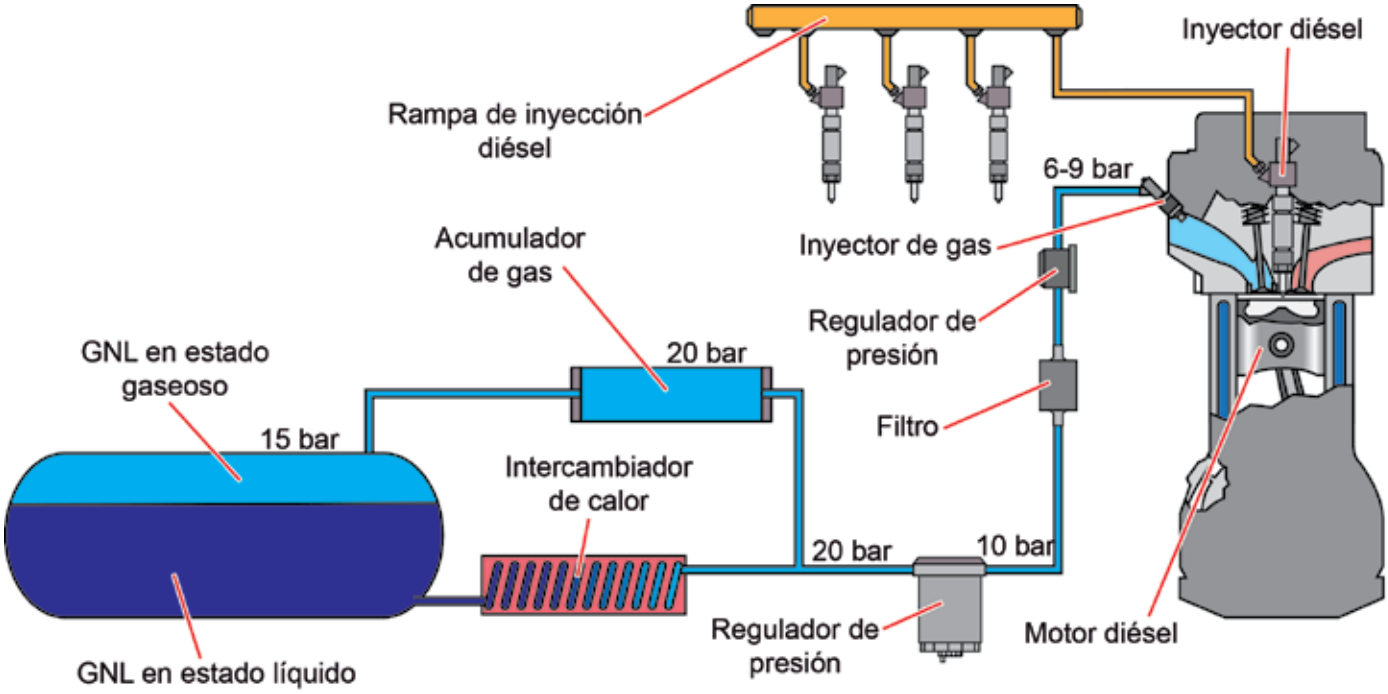
Las posibilidades de trabajo son las siguientes:

Motor diésel con inyección indirecta de gas a baja presión

El gas se inyecta de la misma manera que en los vehículos GNC de inyección indirecta de gas, con la diferencia de tener que vaporizar previamente el GNL que se encuentra en estado líquido dentro del depósito.

El GNL del depósito, en estado líquido a -162 ºC y 15 bar aproximadamente, se dirige hacia un intercambiador de calor con el líquido refrigerante del motor donde el combustible eleva su temperatura para cambiar de estado. Al vaporizarse, el GNL se convierte en GNC a una presión aproximada de 20 bar. Posteriormente se dirige a un regulador de presión para reducir la presión a 10 bar. Por último se filtra el gas para eliminar impurezas y se hace pasar por un segundo regulador para alcanzar la presión final de dosificación de entre 6 - 9 bar.

El gas se inyecta en el colector de admisión y se hace combustionar con la inyección diésel. Esta combustión dual permite reducir la cantidad de gasoil inyectada logrando combustiones más completas que reducen la producción de contaminantes.



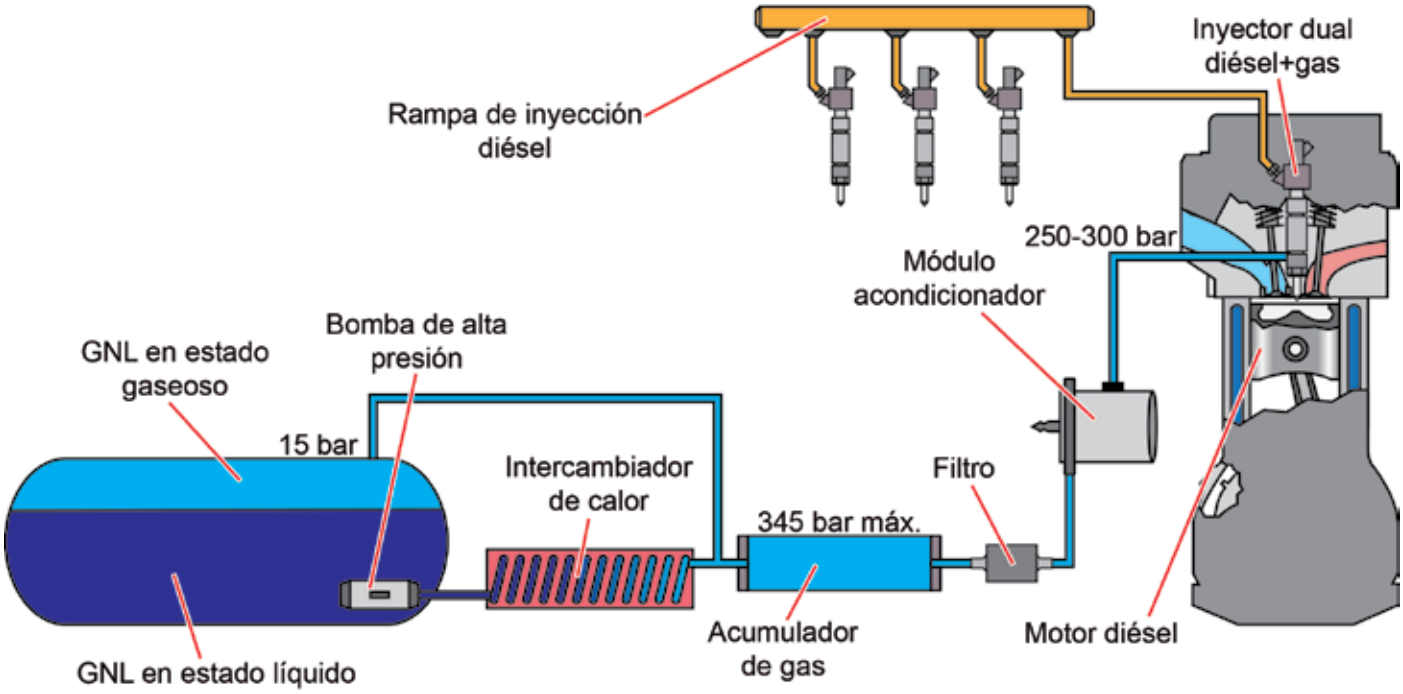
Motor diésel con inyección directa de gas a alta presión

Este sistema inyecta el gas directamente en la cámara de combustión a alta presión. Para ello utiliza un inyector específico que permite inyectar gasoil y gas de forma simultanea por conductos separados.

El GNL en estado líquido (-162 ºC / 15 bar) se canaliza hasta el intercambiador de calor a través de una bomba de alta presión. La bomba eleva la presión del GNL hasta los 345 bar y la calefacción permite su cambio de estado a GNC.

El GNC a alta presión se almacena en un acumulador. A continuación se filtra para eliminar posibles impurezas y se dirige hacia un módulo acondicionador donde se rebaja la presión hasta 250-300 bar.

Después se conduce a los inyectores donde se introduce en la cámara de combustión junto con una pequeña cantidad de gasoil para realizar la combustión.



Repostaje

De todos los sistemas de gas que existen para vehículos automóviles, el repostaje del GNL es el más complicado. Al tratarse de un combustible líquido criogenizado, se deben adoptar mayores medidas de seguridad y equiparse con los equipos de protección personal adecuados. Estos equipos se componen de unos guantes especiales para bajas temperaturas y una pantalla de protección facial, que normalmente, se encuentran en la propia estación de servicio o punto de suministro.

Antes de realizar el repostaje se debe colocar una pinza eléctrica que proporciona el surtidor al chasis del vehículo, para eliminar la posible electricidad estática acumulada por el vehículo. A continuación se debe soplar con aire a presión las boquillas de conexión, tanto de la manguera del surtidor como del depósito, para limpiarlas.

Posteriormente se pueden conectar las mangueras para realizar el repostaje. A medida que el GNL entra en el depósito, se congelan superficialmente las mangueras ya que el GNL está a -162 ºC. Al retirar las mangueras hay que evitar su contacto con la piel, ya que pueden provocar quemaduras criogénicas.

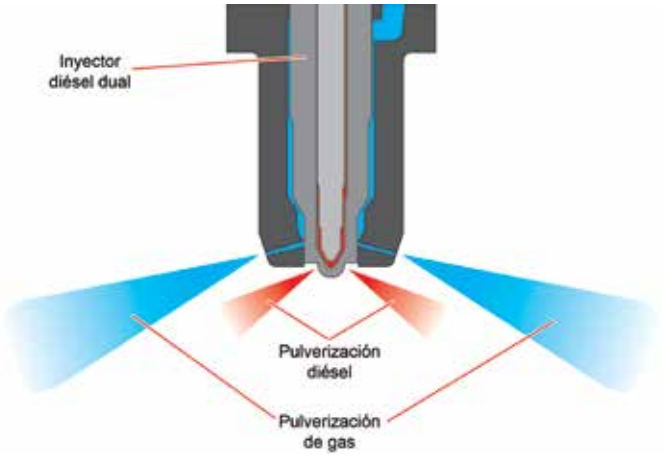
VEHÍCULOS DIÉSEL BICOMBUSTIBLE CON GAS

La alimentación dual o combinada es la única posibilidad de funcionamiento con gas para los motores de encendido por compresión, que al no disponer de bujías para inflamar la mezcla, utilizan el calor liberado por la combustión de una pequeña proporción de gasoil para inflamar el gas.

Este sistema permite un ahorro de gasoil considerable ya que algunos sistemas introducen en el cilindro una proporción de 95 % de gas y 5 % de gasoil.

En el mercado existen kits de conversión que permiten adaptar al motor diésel el sistema de gas, e incluso motores diésel que se suministran ya preparados para la sustitución completa en los países cuya normativa interna permite la transformación. Muchos de los fabricantes de vehículos pesados comercializan modelos diésel equipados con gas de fábrica, en especial vehículos industriales, de obra pública y minería.

La ventaja más significativa de este tipo de motores, es que son más respetuosos con el medio ambiente ya que logran reducir las emisiones de CO y CO2 hasta un 25 %, la emisión de partículas sólidas hasta un 96 % y los óxidos de nitrógeno NOx en un 85 %. También producen hasta un 50 % menos de emisión sonora y vibraciones respecto a los vehículos diésel y el coste de funcionamiento con gas natural es un 30% menor que con gasoil y un 50% menor que con gasolina.



AVERÍAS COMUNES

Las averías más comunes en los sistemas GLP y GNC consisten en el fallo de los sensores o actuadores específicos del sistema de alimentación con gas.

En los vehículos que equipan GLP puede fallar el sistema de selección de combustible al cambiar de gasolina a GLP y provocando la parada del motor.

También con el paso del tiempo las canalizaciones pueden deteriorarse y provocar fugas que conducen a la inoperatividad del sistema. Los sistemas se han diseñado y probado para el cumplimiento de estrictas normas de seguridad en caso de colisión, en especial los depósitos, aunque esta posibilidad siempre existe en los contenedores de gases a presión. No obstante, la posibilidad de incendio es menor que en vehículos de gasolina por ejemplo.

Para la detección de pérdidas de gas existen multitud de detectores electrónicos que indican la fuga de forma acústica. Esta inspección se debe realizar periódicamente junto con los mantenimientos del vehículo.

En los vehículos reconvertidos para su funcionamiento con gas el ajuste de la proporción aire/combustible puede resultar delicado y muy variable en función de la temperatura ambiental y la presión atmosférica, requiriendo su reajuste frecuentemente.

Por otro lado, si no se utiliza el aditivo suficiente para evitar el resecado de válvulas, su deterioro es acelerado, pudiendo provocar tirones y la parada del motor.

NOTAS TÉCNICAS

En este apartado se localizan las averías más comunes con relación a la mecánica y la electrónica de los sistemas bicombustible. En función de los fabricantes y sus diferentes modelos, el número de averías producidas en el transcurso de los años puede ser de una cantidad considerable.

Estas averías son seleccionadas de la plataforma online: www.einavts.com. Dicha plataforma dispone de una serie de apartados donde indican; marca, modelo, gama, sistema afectado y subsistema, y se pueden seleccionar independientemente en función del tipo de búsqueda que se quiera realizar.

DACIA

DACIA LOGAN (LS_) 1.4 MPI LPG (LS0C) (K7J 710), DACIA SANDERO 1.4 MPI LPG (K7J 714)	
Códigos de error	• P0300 - Detectado fallo de explosión en uno o varios cilindros • P0301 - Cilindro 1. Falsa explosión detectada. • P0302 - Cilindro 2. Falsa explosión detectada. • P0303 - Cilindro 3. Falsa explosión detectada. • P0304 - Cilindro 4. Falsa explosión detectada.
Síntoma	Testigo de avería de motor (MIL) encendido. Códigos de avería registrados en la unidad de control motor. El vehículo presenta uno o varios de los códigos de avería anteriores. Pérdida de potencia. Motor funciona irregularmente. Motor se cala. NOTA: Este boletín informativo afecta solamente a los vehículos que equipan sistema de combustible GLP (Gas Licuado del Petróleo).
Causa	Reglaje de válvulas no realizado. Debido al uso de GLP, es necesario realizar el reglaje de válvulas en los términos recomendados por el fabricante.
Solución	**Procedimiento de reparación:** • Realizar lectura de códigos de avería registrados en la unidad de control con el útil de diagnosis. • Confirmar que se registra uno o varios de los códigos de avería mencionados en el campo. **Síntoma de este boletín.** • Confirmar que se reproducen los síntomas mencionados en el campo síntoma de este boletín. • Comprobar que el vehículo lleve montadas el tipo de bujías recomendadas. • Realizar un reglaje de válvulas cada 30000Km. • Realizar una segunda lectura de códigos de avería en la unidad de control motor con el útil de diagnosis y confirmar que NO se registran los códigos de avería mencionados en el campo síntoma de este boletín.

VOLKSWAGEN

VW GOLF PLUS (5M1, 521) 1.6 BiFuel (CHGA), VW GOLF VI (5K1) 1.6 BiFuel (CHGA)	
Códigos de error	• 00307 - P0133 - Circuito Sensor de Oxigeno 1, Banco 1, Señal Lenta. • 04626 - P1212 - Desconexión de cilindros, bancada 1. • 16514 - P0130 - Sensor oxígeno 1, bloque 1. Circuito defectuoso. • 16681 - P0300 - Detectado fallo de explosión en uno o varios cilindros • 16682 - P0301 - Cilindro 1. Falsa explosión detectada. • 16683 - P0302 - Cilindro 2. Falsa explosión detectada. • 16684 - P0303 - Cilindro 3. Falsa explosión detectada. • 16685 - P0304 - Cilindro 4. Falsa explosión detectada. • 18528 - P2096 - Bancada 1, corrección lambda posterior al catalizador límite de regulación empobrecido superado. • 18627 - P2195 - Sonda lambda 1-banco 1 señal demasiado pobre. • 18628 - P2196 - Sonda lambda 1 bancada 1 señal demasiado enriquecida.
Síntoma	• Códigos de avería registrados en la unidad de control motor. • Testigo de avería del sistema de gas GLP encendido. • El vehículo presenta uno o varios de los códigos de avería anteriores. • Motor da tirones en modo GLP. • El motor pasa de modo gas a modo gasolina automáticamente. NOTA: Este boletín informativo afecta solamente a los vehículos equipados con sistema de escape adaptados a la normativa EU4. NOTA: Este boletín informativo afecta solamente a los vehículos que se encuentran dentro de una fecha de producción específica.
Causa	Defecto del caudal de gas en los inyectores GLP.
Solución	**Procedimiento de reparación:** • Realizar lectura de códigos de avería registrados en la unidad de control motor con el útil de diagnosis. • Confirmar que se registra uno o varios de los códigos de avería mencionados en el campo. **Síntoma de este boletín.** • Comprobar el sistema de gasolina y GLP con el útil de diagnosis adecuado. • Realizar las diagnosis correspondientes para los códigos de averías de motor si se concreta “Sistema incorrecto” en modo Gasolina. • Montar el kit de reparación adecuado si la comprobación del sistema finaliza con “Sistema incorrecto” en el modo GLP y “Sistema correcto” en modo Gasolina. • Comprobar de nuevo el sistema de gasolina y GLP con el útil de diagnosis adecuado. • Borrar los códigos de avería registrados en la unidad de control motor (UCE) con el útil de diagnosis. • Comprobar la versión de software de la unidad de control de motor. • Reprogramar la unidad de control motor (UCE) con software actualizado si es preciso. NOTA: Existe un kit específico para realizar las reparaciones indicadas en este boletín.

RENAULT

RENAULT CLIO II (BB0/1/2_, CB0/1/2_) 1.6 16V (CB0T; CB0H) (K4M 708), RENAULT KANGOO Express (FC0/1_) 1.6 16V (K4M 752), RENAULT KANGOO (KC0/1_) 1.6 16V (K4M 752), RENAULT KANGOO (KC0/1_) 1.6 16V 4x4 (KC0P; KC0S; KC0L) (K4M 750), RENAULT KANGOO (KC0/1_) 1.6 16V bivalent (K4M 850), RENAULT KANGOO Express (FC0/1_) 1.6 16V 4x4 (FC0L; FC0P; FC0S) (K4M 750), RENAULT KANGOO Express (FC0/1_) 1.6 16V bivalent (K4M 850), RENAULT CLIO II (BB0/1/2_, CB0/1/2_) 1.6 Hi-Flex (CB0H) (K4M 748), RENAULT CLIO II (BB0/1/2_, CB0/1/2_) 1.6 (K4M 748), RENAULT KANGOO (KC0/1_) 1.6 Flex (K4M 730)	
Síntoma	Motor se cala a ralentí en modo GNC. Motor se cala a bajas vueltas. NOTA: El síntoma mencionado se reproduce a bajas vueltas durante frenadas bruscas, estacionamientos o con el vehículo a ralentí en modo GNC.
Causa	Defecto en el reglaje del variador de avance ralentí en modo GNC.
Solución	**Procedimiento de reparación:** • Arrancar el motor y esperar que alcance la temperatura de servicio. • Comprobar el reglaje del variador de avance ralentí situado sobre el soporte del calculador de inyección. • Realizar un ajuste del variador de avance si este no está bien reglado. • Realizar un test en carretera. • Anular el sobreavance si las comprobaciones realizadas anteriormente NO son satisfactorias.

Tecnología al día en automoción

El boletín de noticias Eure!TechFlash es complementario al programa de formación de ADI Eure!Car y tiene una misión clara:

Proporcionar una visión técnica actualizada sobre las innovaciones en el mundo de la automoción.

Con la asistencia técnica de AD Technical Centre (España) y con la ayuda de los principales fabricantes de piezas de repuesto, Eure!TechFlash intenta desmitificar las nuevas tecnologías y hacerlas transparentes para estimular a los técnicos profesionales para que sigan el ritmo de la tecnología y motivarlos a invertir en educación técnica de manera continua.

Eure!TechFlash se publicará 3 o 4 veces al año.

Eure!Car®
CERTIFIED MASTERCLASSES

El nivel de competencia técnica de los mecánicos es vital y en el futuro puede ser decisiva para la existencia continuada del técnico profesional.

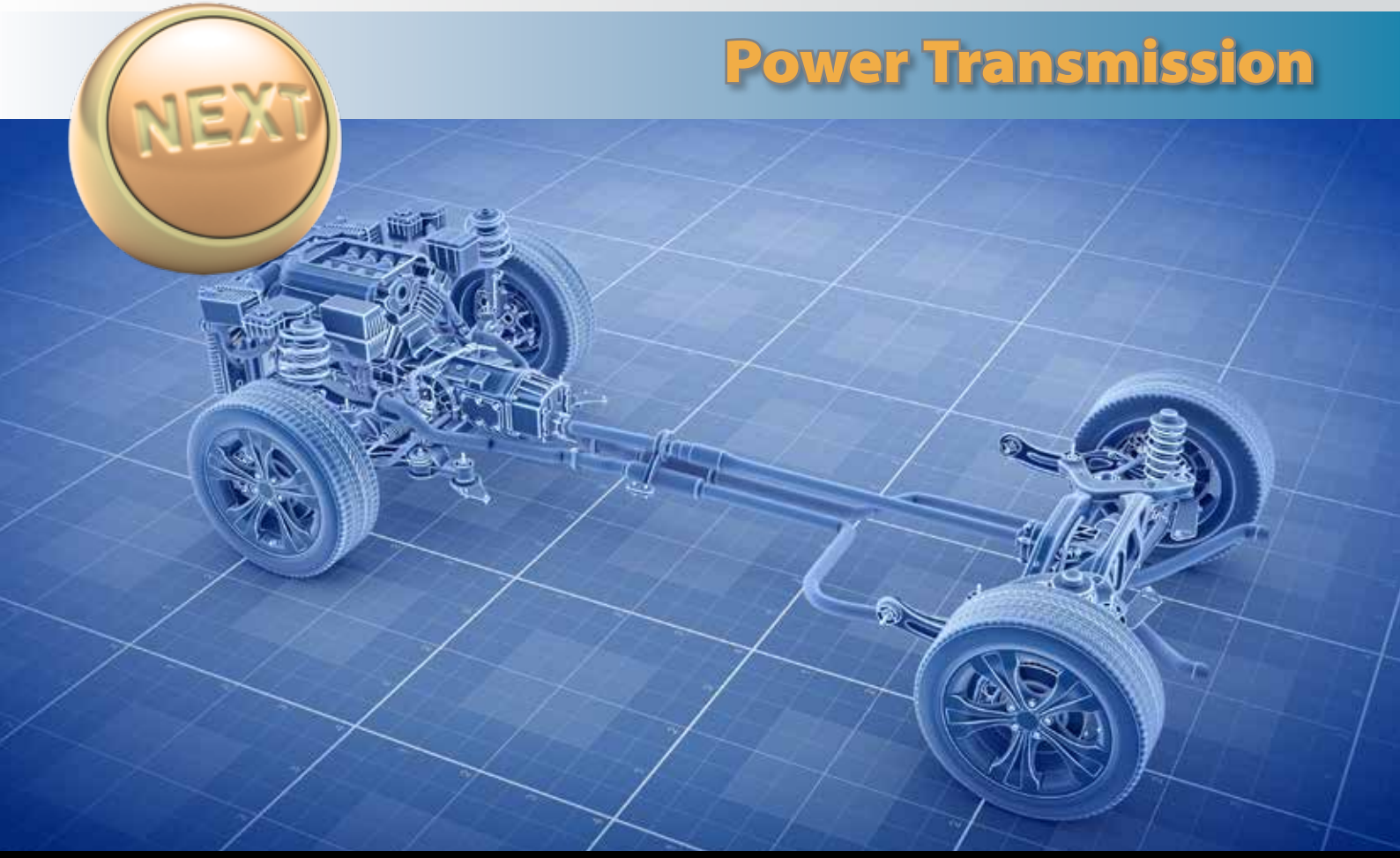
Eure!Car es una iniciativa de Autodistribution International, con sede en Kortenberg, Bélgica (www.autodistribution.international).

El programa Eure!Car contiene una exhaustiva serie de cursos de formación técnicos de alto nivel para técnicos profesionales, que están impartidos por las organizaciones nacionales de AD y sus distribuidores en 39 países.

Visite www.eurecar.org si desea más información o desea ver los cursos de formación.

Los socios industriales apoyando a Eure!Car

bilsteingroup® · ebi · SWAG · BOSCH · brembo · CHAMPION · Continental · DENSO · elring Das Original · EXIDE TECHNOLOGIES · FERODO · Gates · HELLA · KYB Our Precision, Your Advantage · MAHLE · MANN FILTER · metelligroup AUTOMOTIVE PASSION · MONROE · Niterra · Nissens DELIVERING THE DIFFERENCE · PHILIPS · SCHAEFFLER · SKF · SNR Brand of NTN corporation · tematic AUTOMATIC TRANSMISSION EXPERTS · TRW · Valeo · VARTA CLARIOS · ZF



Nota limitativa: Las informaciones contenidas en esta guía no son exhaustivas y se facilitan únicamente a título informativo.
No comportan responsbilidad alguna por parte del autor.