

11

TECNOLOGÍA HÍBRIDA



▼ EN ESTE NÚMERO

INTRODUCCIÓN

2

DEFINICIÓN DE UN
VEHÍCULO HÍBRIDO

2

CLASIFICACIÓN SEGÚN
SU FUNCIONAMIENTO

3

CLASIFICACIÓN
ESTRUCTURAL

8

ESTRUCTURA CON
MOTOR DIÉSEL

11

BATERÍA DE ALTA
TENSIÓN

11

CONVERTIDOR DE
CORRIENTE

13

SISTEMAS DE
TRACCIÓN

13

SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN

14

SISTEMA DE FRENADO

15

SISTEMA CON GLP

16

SISTEMA CON GNC

17

AVERÍAS COMUNES

18

NOTAS TÉCNICAS

19

INTRODUCCIÓN

¿Por qué un vehículo híbrido?

El propósito de combinar un motor térmico con un motor eléctrico es para conseguir una mayor eficiencia, puesto que el sistema eléctrico puede acumular la energía procedente de las frenadas en forma eléctrica y acumularla en una batería.

Mientras que en los vehículos con motor térmico esta energía se pierde en forma de calor procedente del roce entre las pastillas de freno y los discos, además del calor generado por los rozamientos de las partes móviles del motor térmico cuando éste retiene el vehículo en deceleración.

La energía eléctrica acumulada en la batería procedente de las frenadas servirá para aportar fuerza de tracción durante las aceleraciones.

Esta estrategia de funcionamiento supone un claro ahorro de energía, sobre todo cuando las condiciones de circulación requieren de múltiples deceleraciones y aceleraciones (circulación en tráfico denso, entre semáforos, glorietas, etc.). Sin embargo, deja de ser beneficiosa a velocidades constantes en un escenario de conducción plano y sin desniveles.

Por otro lado el aumento en el precio de los carburantes, los niveles de contaminación y los nuevos protocolos para episodios de alta contaminación en las grandes ciudades, los cuales prohíben circular a los vehículos más contaminantes por el centro de la ciudad, hacen que muchos usua-



rios se declinan por la compra de vehículos más sostenibles con el medio ambiente.

Ventajas

- Funcionan con combustibles existentes en cualquier gasolinera.
- Consumo inferior circulando en modo urbano.
- Bajas emisiones contaminantes.
- Eficientes en ciudad.
- Más silenciosos respecto a un vehículo con motor de combustión interna.
- Recuperación de la energía procedente de las frenadas.
- La garantía del motor eléctrico y la batería es muy superior al motor de combustión interna.

Inconvenientes

- El precio es más elevado respecto a un vehículo con motor de combustión interna.
- La reparación la debe de efectuar técnicos especializados.
- Las baterías tienen un alto impacto ambiental si no se reciclan de forma adecuada.
- Las reparaciones del sistema eléctrico tienen un coste adicional.
- Oferta de vehículos limitada.

DEFINICIÓN DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO

Una máquina o vehículo híbrido es aquella que utiliza dos tecnologías diferentes para funcionar. En general los vehículos híbridos están provistos de dos tipos de motores destinados a participar en el sistema de tracción-propulsión. Y además, son capaces de generar energía a partir de la deceleración del propio vehículo para acumularla.

En la mayoría de los casos se trata de combinar un motor térmico con un motor eléctrico. El motor térmico tiene como objetivo aportar la potencia al sistema de tracción aumentando la velocidad del vehículo cuando ya



está lanzado, mientras que el motor eléctrico se encarga de aportar el par motor y su misión es comenzar la aceleración del vehículo desde cero. Aunque el vehículo híbrido se haya puesto actualmente en auge, es necesario recordar que esta idea tecnológica es tan antigua como la historia del propio automóvil. El primer vehículo híbrido constatado apareció en el año 1900, fue el Lohner-Porsche Mixte hybrid que montaba un motor eléctrico en cada rueda delantera mientras que las traseras eran propulsadas por un motor de explosión.



Por otro lado, también existen vehículos con combustible híbrido. Estos vehículos equipan un motor de combustión interna que puede utilizar dos tipos de combustible para hacer funcionar el motor, como es el caso del GLP (Gas Licuado del Petróleo) y el GNC (Gas Natural Comprimido).

Estos vehículos pueden venir equipados de serie con el sistema de combustible híbrido o puede hacerse una modificación en un taller autorizado. Por el tipo de combustión del gas, se emplea un motor de gasolina al cual se le instala una rampa de inyección en el colector de admisión.

La gran particularidad que tienen es que disponen de dos depósitos de combustible independientes, uno para gasolina y otro para el gas. También disponen de dos boquillas para el llenado de combustible.



CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

Los fabricantes de automóviles han optado por diferentes líneas tecnológicas en función del grado de integración eléctrica incorporada en sus vehículos. Estas diferentes líneas tecnológicas dependerán del coste y la complejidad de los sistemas usados. Básicamente las variantes híbridas las podremos clasificar en función del voltaje de trabajo de la batería y su capacidad, y por tanto, de las funciones que sean capaces de aportar al grupo moto-propulsor y al sistema de gestión de energía.

Según estos criterios se pueden clasificar en:

- Microhíbridos (Micro Hybrids).
- Semihíbridos (Mild hybrids).
- Híbridos puros (Full hybrids).
- Híbridos enchufables (Plug-in Hybrids).

El grado de integración eléctrica está determinada en función de si equipan o no las siguientes funciones:

- Start-Stop.
- Frenada regenerativa.
- Asistencia eléctrica.
- Tracción 100 % eléctrica
- Carga externa de la batería.

Tipo	Start-Stop	Frenada regenerativa	Asistencia eléctrica	Tracción 100 % eléctrica	Carga externa de la batería
Microhíbrido	Si	Si	No	No	No
Semihíbrido	Si	Si	Si	No	No
Híbrido puro	Si	Si	Si	Si	No
Híbrido enchufable	Si	Si	Si	Si	Si

Microhíbridos (Micro Hybrids)

Las exigencias de las normativas anticontaminación han influido fuertemente en los fabricantes para dotar a los vehículos de un sistema de arranque y parada automático que reduzca el consumo de combustible y las emisiones en las zonas urbanas.

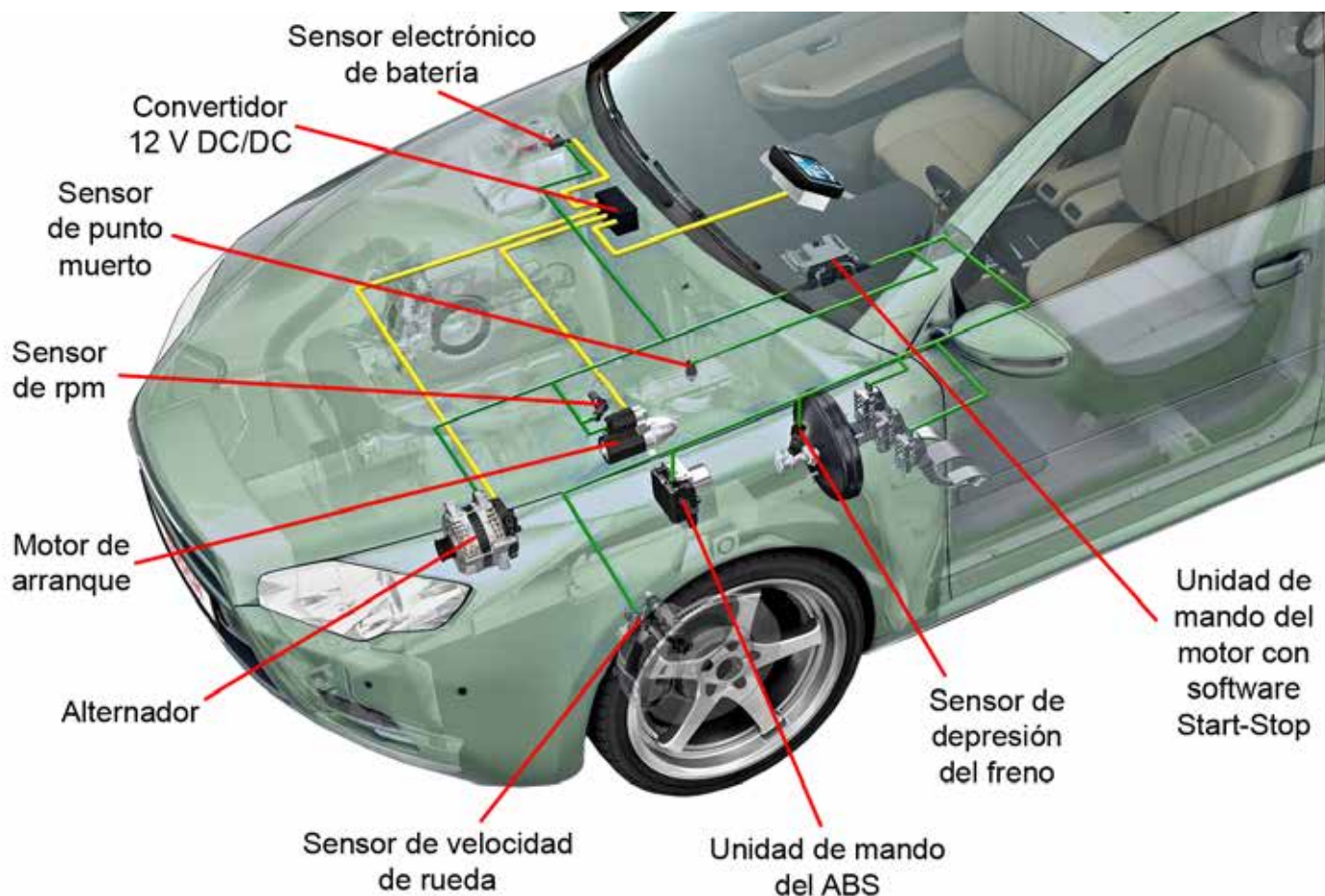
La microhibridación es la fórmula tecnológica más barata y generalizada que integran los fabricantes en la mayoría de sus vehículos a partir del año 2010. El sistema de energía aprovecha la red eléctrica a baja tensión de 12 voltios, pero incorpora baterías con tecnología VRLA del tipo AGM dotadas de mayor capacidad energética capaces de soportar un mayor número de arranques.

Los vehículos microhíbridos cuentan con un sistema de estrategia de

carga que aprovecha mayoritariamente las deceleraciones del vehículo para que el alternador regenere la carga de la batería sin restarle potencia al motor térmico cuando acelera.

Además, la gestión de energía eléctrica tiene que garantizar el arranque automático del motor térmico según sean las diferentes condiciones de funcionamiento. Las funciones destacables de los vehículos microhíbridos son:

- Arranque y parada automático.
- Regeneración durante las frenadas.



Semihíbridos (Mild hybrids)

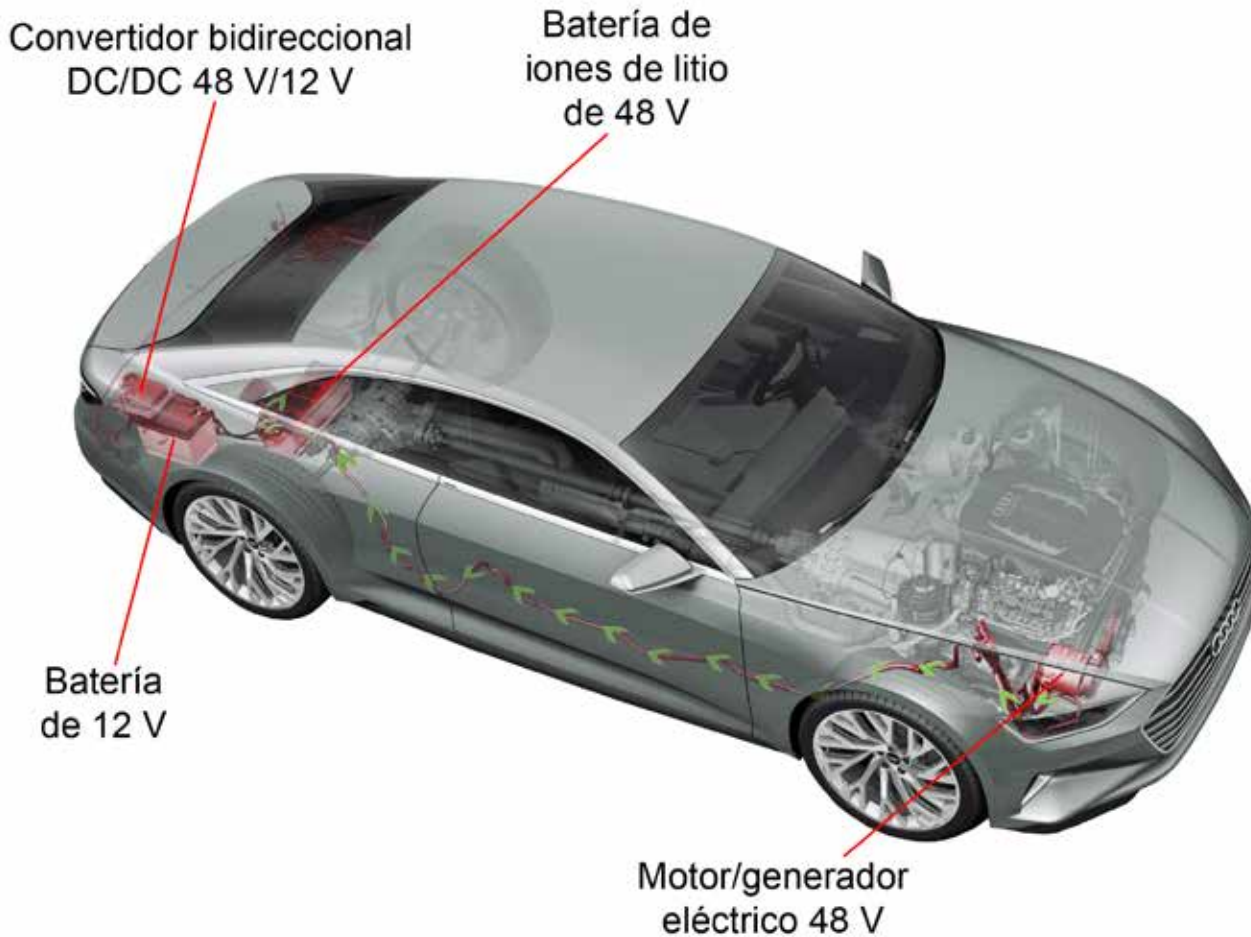
Se trata de ir un paso más allá partiendo de la línea tecnológica de los sistemas Start-Stop tratando de no encarecer demasiado el vehículo. Normalmente se incorpora un alternador reversible o motor/generador integrado en el sistema de transmisión del vehículo. Con esto, no solamente se arranca el motor térmico y regenera la carga de la batería, sino que también se puede aportar un grado de asistencia a la tracción del mismo durante las arrancadas iniciales.

Para respaldar esta asistencia ocurre que la red eléctrica a 12 voltios del vehículo convencional resulta insuficiente. Por ello, fabricantes como Valeo y Bosch deciden incorporar otra red eléctrica a 42-48 voltios con una batería de iones de litio de mayor capacidad para alimentar directamente al motor/generador eléctrico. Además, mediante un

convertor DC-DC se baja la tensión a 12 voltios para cargar la batería convencional y alimentar al resto de consumidores de la red eléctrica del vehículo.

En este caso el motor/generador no tiene suficiente fuerza para mover por sí sólo todo el vehículo, pero si logra un grado de asistencia que permite reducir el consumo y las emisiones hasta un 15%. Las funciones destacadas de los vehículos semihíbridos son:

- Arranque y parada automático.
- Regeneración durante las frenadas.
- Asistencia durante las arrancadas y las aceleraciones iniciales.



Híbridos puros (Full hybrids)

Se caracterizan por equipar una batería de alta tensión con una capacidad energética suficiente para impulsar el vehículo a través de un motor eléctrico de tracción, pero sujeto a unas condiciones de uso reducidas.

La tecnología que se usa para la batería es normalmente del tipo níquel-metal hidruro. El voltaje nominal de la batería en los vehículos híbridos va desde los 101 Voltios (0,6 kWh) del Honda Insight hasta los 201,6 Voltios (1,3 kWh) del Toyota Prius.

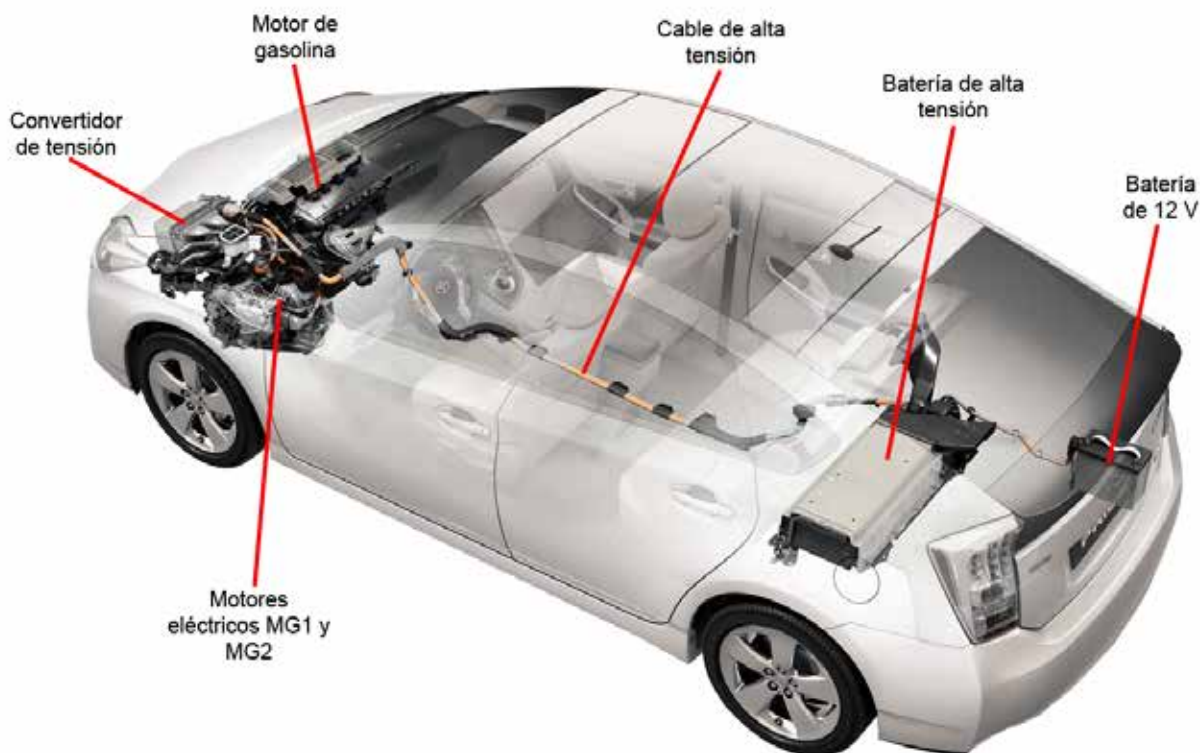
Normalmente, la tracción totalmente eléctrica se utiliza durante el inicio de la marcha y sin dependencia del motor térmico, que son las situaciones donde más consume y contamina. Por ejemplo, el Toyota Prius tiene una autonomía de unos 2 km aproximadamente con una velocidad máxima de 50 km/h.

En recorridos interurbanos, la impulsión del vehículo corre a cargo del motor de combustión, interviniendo el motor eléctrico sólo en puntas de máximo esfuerzo.

Asimismo, durante las fases de deceleración el vehículo híbrido puede revertir el uso del motor eléctrico a modo de generador para transformar su energía cinética en electricidad que se almacena en la batería. Por lo que la energía recuperada será aprovechada para alimentar el motor eléctrico en la siguiente aceleración.

Esta estrategia consigue reducir significativamente las emisiones contaminantes, no solo durante la parada y los arranques del vehículo, sino también en las aceleraciones asistidas o con impulso eléctrico. Las funciones destacadas de los vehículos híbridos puros son:

- Arranque y parada automático.
- Regeneración durante las frenadas.
- Asistencia durante las arrancadas y las aceleraciones iniciales.
- Tracción eléctrica pura reducida.



Híbridos enchufables (Plug-in Hybrids)

En el caso de los vehículos híbridos enchufables el voltaje de trabajo de la batería es similar o superior a la de los vehículos híbridos, por ejemplo, 207 Voltios en el caso del Toyota Prius Plug-in y 345 Voltios en el caso del Volkswagen GTE.

La tecnología de la batería que más predomina es la de iones de litio que aporta una densidad energética superior con respecto a las baterías de níquel-metal hidruro. Su capacidad energética es significativamente superior, entre 5.2 kWh en el caso del Prius y 8.8 kWh en el caso del VW GTE.

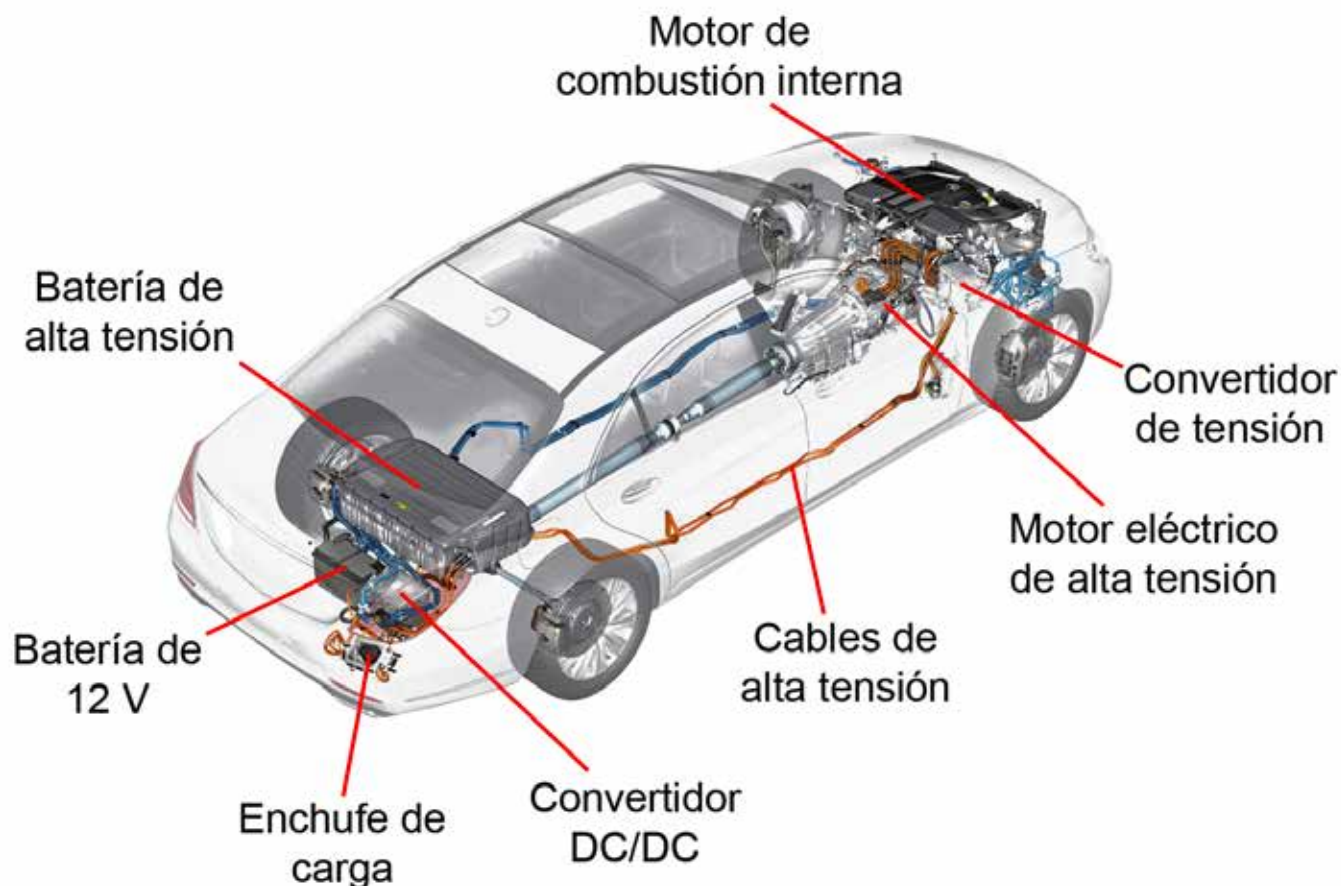
La estrategia de trabajo de estos vehículos es similar a la de los híbridos, con la diferencia de que pueden recorrer mayores distancias en modo totalmente eléctrico, entre 30 y 50 km. Esta mayor capacidad eléctrica permite que en los trayectos urbanos puedan alternar más y durante más tiempo con un modo de conducción totalmente eléctrico en comparación con los vehículos híbridos.

La característica principal a destacar en comparación con los híbridos

es que pueden enchufarse a la red eléctrica para recargar la batería, lo que reduce significativamente el consumo de combustible cuando se inicia un ciclo de conducción comedido con la batería totalmente cargada. Por otro lado, tienen la ventaja sobre un vehículo eléctrico de no tener problemas de autonomía aunque baje el nivel de carga de la batería.

Sin embargo, la recarga de la batería mediante gasolina o gasóleo a través del motor térmico no es viable. Las funciones destacadas de los vehículos Plug-in hybrid son:

- Arranque y parada automático.
- Regeneración durante las frenadas.
- Asistencia durante las arrancadas y las aceleraciones iniciales.
- Tracción eléctrica pura limitada.
- Carga externa de la batería.



Siglas

Otra manera que existe en el mercado para clasificar a los vehículos que utilizan la electricidad como forma parcial o total para funcionar es a través de las siguientes siglas:

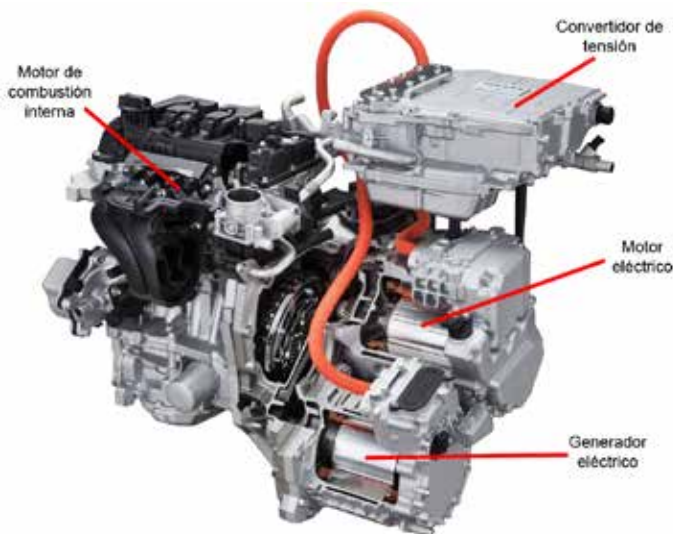
- **MH (Micro Hybrids):** Son modelos con mecánicas de combustión convencionales que incluyen el sistema Start-Stop para reducir los consumos y emisiones en ciudad. Añaden un dispositivo de recuperación de energía para recargar la batería. Un vehículo de ejemplo es el Citroën C5 e-HDi.
- **MHEV / IHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle / Intelligent Hybrid Electric Vehicle):** Son modelos que equipan una red eléctrica de 48 V. Tienen la característica de equipar una batería adicional de 48 V y un alternador que a su vez puede poner en marcha el vehículo. Un vehículo de ejemplo es el Honda Civic IMA.
- **EV / ZE (Electric Vehicle / Zero Emissions):** Vehículos donde la energía eléctrica se utiliza para la tracción total o parcial (junto con otra fuente de empuje). Un vehículo de ejemplo es el Renault ZOE..
- **HEV (Hybrid Electric Vehicle):** Engloba a todos los vehículos híbridos compuestos por un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos. Un vehículo de ejemplo es el Toyota Prius.
- **PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle):** Son el siguiente paso en la tecnología de los híbridos clásicos, cuya particularidad es la batería se puede recargar en estaciones de carga. Llevan unas baterías más grandes y potentes que permiten recorrer los primeros 20 a 40 kilómetros utilizando sólo energía eléctrica almacenada. También posibilitan circular con el motor de combustión interna y reservar las baterías para cuando se entre en la ciudad. Un vehículo de ejemplo es el Volkswagen GTE.
- **EREV (Extended Range Eléctric Vehicle):** Son vehículos híbridos puros pero su principal característica es que pueden recorrer unos 60 km con la electricidad de sus baterías, y cuando estas se agotan, cuentan con un motor de combustión convencional. A diferencia de otros híbridos, este motor no ofrece tracción, actúa únicamente como generador aportando la electricidad necesaria para poder circular con el motor eléctrico.

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL

Cuando se trabaja con baterías, resistencias y otros componentes eléctricos, existen varias formas de conexión entre sí, con ello se consiguen diferentes resultados. Algo parecido ocurre con los vehículos híbridos. Se dispone de un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos. Estos se pueden combinar de las siguientes maneras:

- Combinación en serie.
- Combinación en paralelo.
- Combinación mixta.

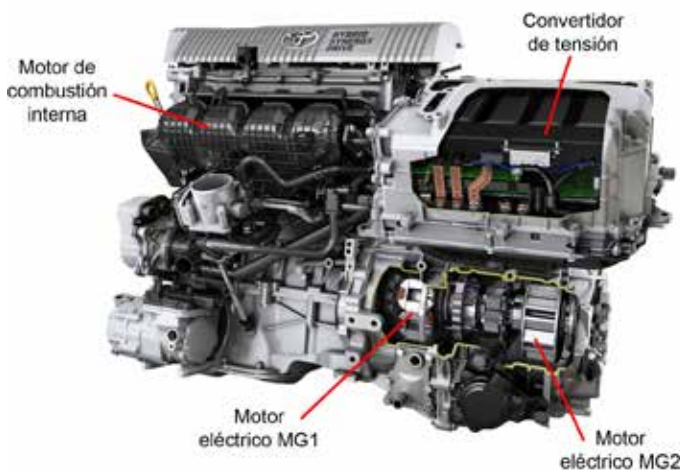
En este tipo de clasificación va enfocada hacia la configuración del flujo de energía y la cadena cinemática. Desde que la energía comienza a fluir por la cadena hasta que se transmite a las ruedas. Y de qué forma participan en dicho flujo los motores del vehículo.



Mecánica de un vehículo híbrido en serie (Motor del Nissan Note e-Power)



Mecánica de un vehículo híbrido en paralelo (Motor del Honda Civic IMA)



Mecánica de un vehículo híbrido mixto Motor 2ZR-FXE de Toyota

Combinación en serie

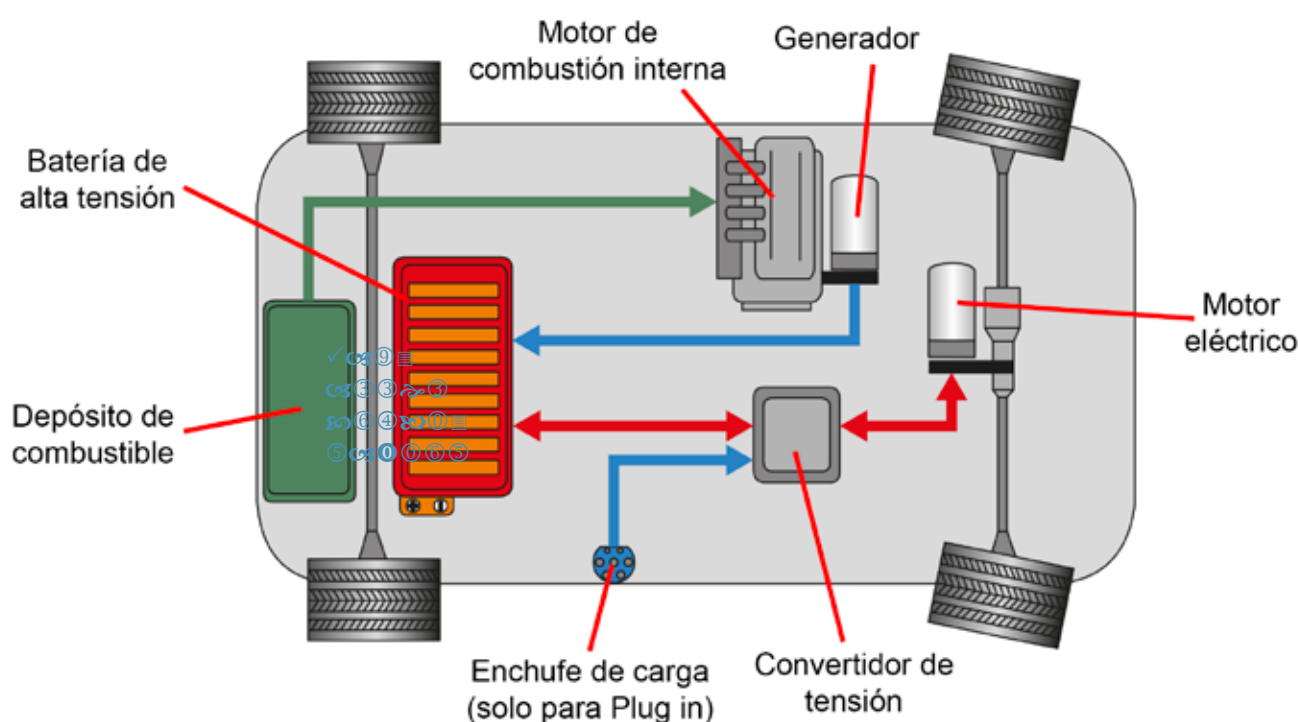
Una configuración en serie supone que a las ruedas se les aporta energía mecánica únicamente desde un motor, normalmente es el motor eléctrico.

El motor de combustión interna únicamente se utiliza para poner en marcha el generador eléctrico que genera energía eléctrica que se almacena en la batería y después se transmite al motor eléctrico de tracción, que es el único encargado de mover las ruedas.

En esta configuración la energía se va transmitiendo de un estado a

otro siguiendo una única cadena cinemática de manera secuencial. Es decir que las ruedas no pueden ser accionadas a la vez por los dos motores.

Como ejemplos de esta configuración es el Opel Ampera y el Nissan Note e-Power. Igualmente, para regenerar la carga de la batería durante una deceleración, el motor eléctrico se convierte en generador y carga la batería.



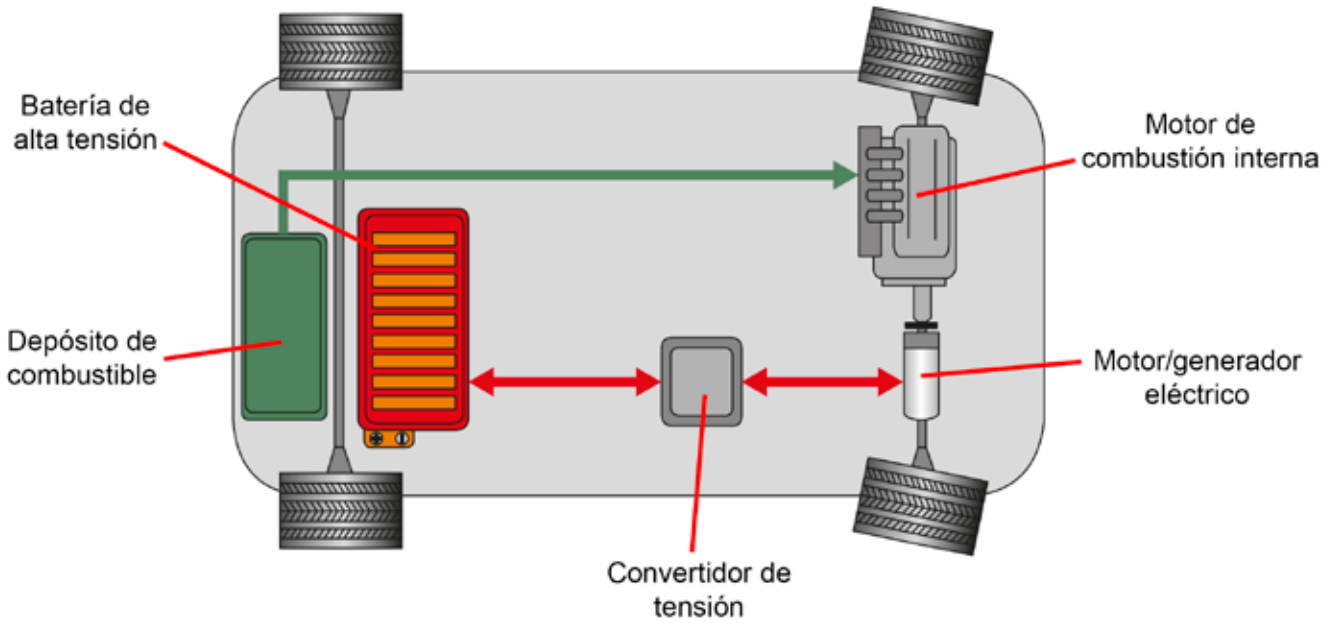
Combinación en paralelo

Es el sistema híbrido más común usado por los fabricantes. Esta configuración supone que el vehículo puede funcionar con una tracción híbrida compuesta al mismo tiempo por el aporte del motor de combustión interna y el aporte del motor eléctrico, que accionan las ruedas a la vez. Lo que significa un flujo de energía en paralelo mediante dos cadenas cinemáticas diferenciadas.

Además, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, el vehículo puede accionar las ruedas sólo con el motor de combustión mientras carga la batería al mismo tiempo. O sólo con el motor eléctrico

usando la energía acumulada en la batería y ahorrando el combustible. En un punto de la cadena cinemática, normalmente entre el motor y la caja de cambios, se equipa el motor eléctrico. Cuando se invierte el flujo de energía durante las frenadas el motor eléctrico regenera la batería.

Ejemplos de esta configuración son el HONDA Civic y el HONDA Insight, donde el sistema IMA (Integrated motor Assist) permite que el motor eléctrico integrado entre el volante motor y el embrague accione la transmisión en conjunto con el motor térmico.



Combinación mixta

El sistema híbrido combinado puede utilizar ambas configuraciones para transmitir el flujo de energía a las ruedas: serie y paralelo. Para ello utiliza un mecanismo divisor de transmisión de fuerzas que gestiona el aporte del motor eléctrico y el aporte del motor de combustión interna para mover las ruedas.

Este mecanismo consiste en un engranaje epicicloidal. A través de dicho engranaje se puede combinar el flujo de la transmisión de fuerzas serie o paralelo proveniente de ambos motores según sea la demanda de par y potencia solicitada por el conductor.

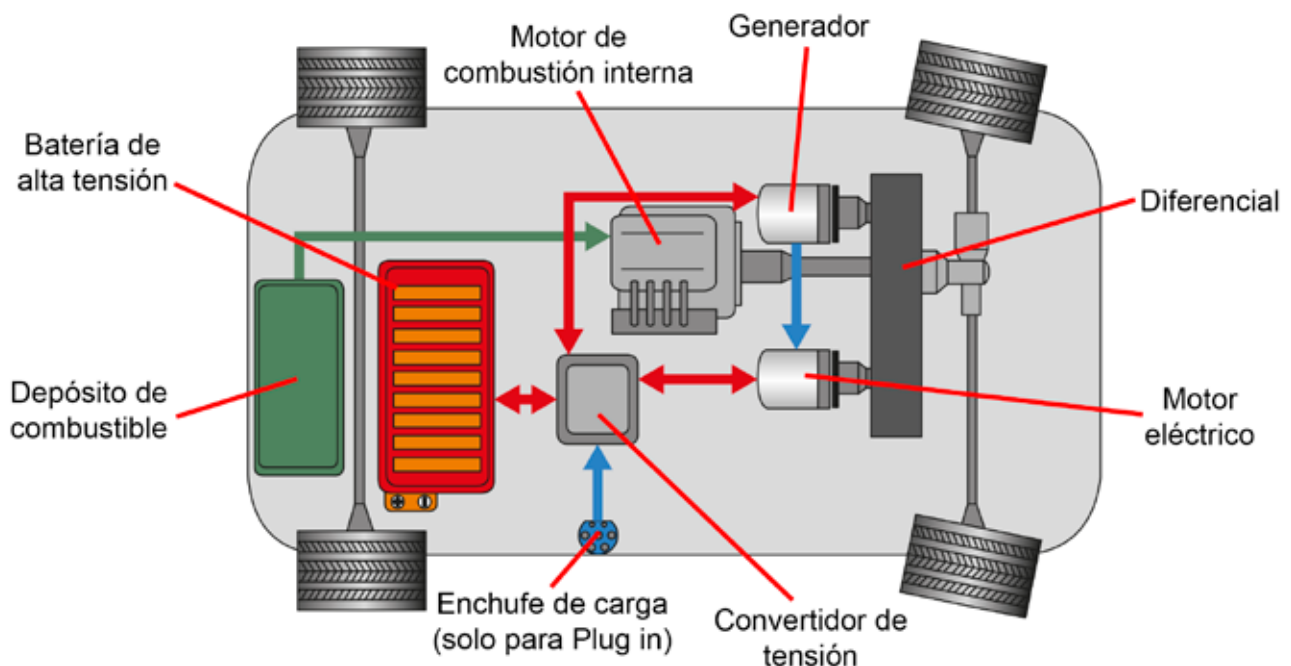
Normalmente, en las arrancadas iniciales la configuración suele comenzar en serie, ya que es el motor eléctrico el que comienza el movimiento de las ruedas. Cuando el vehículo adquiere algo de velocidad, si la demanda de potencia continua, interviene el motor de combustión interna en conjunto con el motor eléctrico para mover las ruedas y la

configuración pasa a ser en paralelo.

En los momentos de baja demanda de potencia el vehículo puede funcionar 100% eléctrico y en función del estado de carga de la batería el motor de combustión térmica permanecerá apagado, mientras el nivel de carga es óptimo. De lo contrario el motor de combustión interna se pondrá en marcha para cargar la batería sin transmitir movimiento a las ruedas y la configuración pasará a ser en serie.

En este tipo de combinación la marcha atrás es puramente eléctrica y entonces el flujo de transmisión de fuerzas suele ser en serie. Durante las frenadas regenerativas el mecanismo divisor de la transmisión permite que el motor eléctrico regenere la batería desconectando el motor térmico de la cadena cinemática.

Ejemplos de vehículos que funcionan con un flujo de transmisión combinado mixto son el Toyota Prius y el Lexus RX400h.



ESTRUCTURA CON MOTOR DIÉSEL

En el mercado actual existen algunos fabricantes han apostado por vehículos híbridos con motor diésel. La idea de equipar un motor diésel en un vehículo híbrido está fundamentada en el bajo consumo que tiene este tipo de motores. Generalmente utilizan una combinación en paralelo, pero pueden equipar el motor eléctrico en el eje delantero o en el eje trasero.

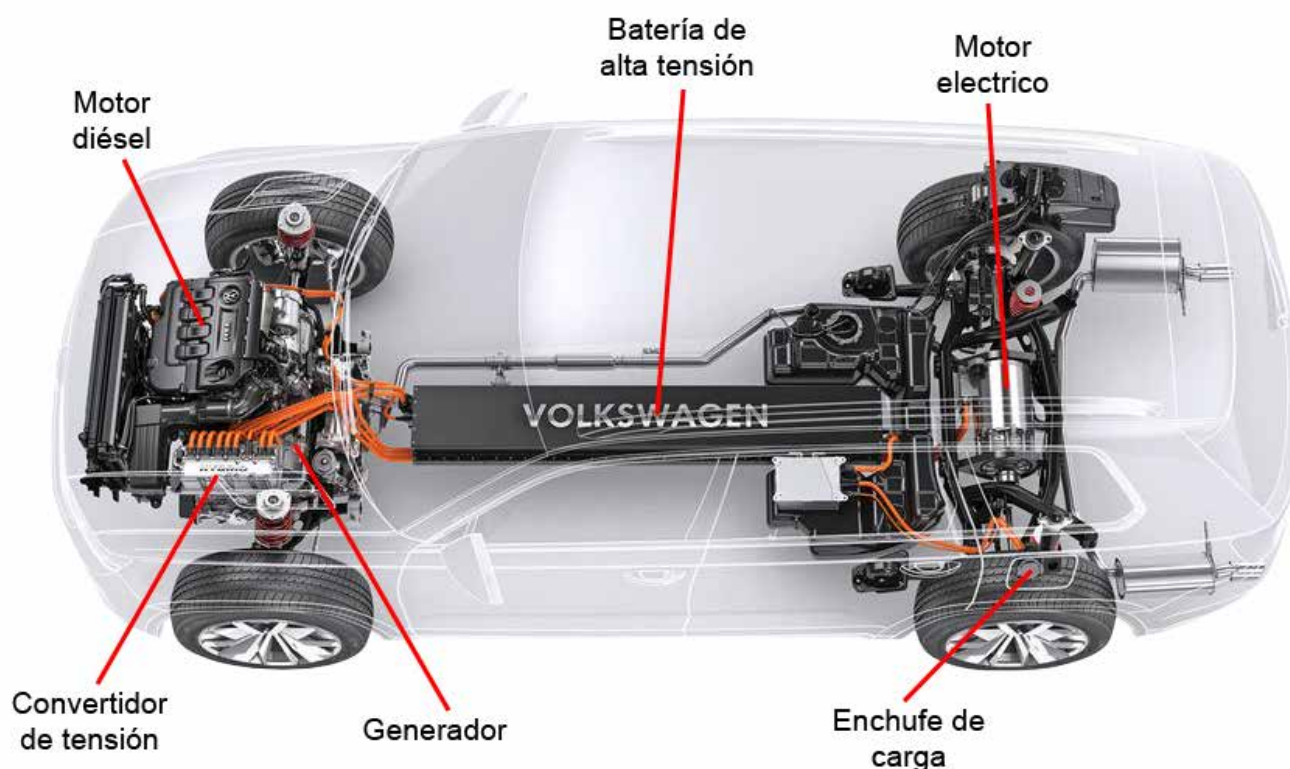
Pese a su bajo consumo, esta combinación híbrida se está desestimando en vehículos utilitarios ya que los motores diésel son altamente contaminantes y en el futuro no podrían alcanzar las emisiones mínimas de la norma Euro comparado a un vehículo híbrido con motorización gasolina.

Por otro lado, se están desarrollando nuevos motores diésel híbridos para vehículos industriales, como es el caso del autobús Volvo 7900 Híbrido Eléctrico, que combina un motor diésel de cuatro ci-

lindros con 240 CV y un motor eléctrico de 150 kW y 1200 Nm de par máximo.

En combinación con el fabricante Siemens, se ha equipado al autobús un nuevo sistema de carga eléctrica de alto rendimiento, que mediante estaciones de carga ubicadas en el recorrido, puede recargar su batería en 6 minutos.

Monta una batería de iones de litio de 19 kWh de capacidad total, esto permite recorrer en modo eléctrico una distancia de hasta 7 km entre cargas. El autobús funciona principalmente en modo eléctrico, pero si necesita potencia adicional o la batería alcanza un nivel predeterminado, el autobús pasa a conducción híbrida propulsado por ambos motores.



BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

Descripción

Una batería es cualquier aparato capaz de acumular energía en forma química para luego, cuando se conecta a un circuito eléctrico, suministrarla en forma de energía eléctrica con el fin de realizar un trabajo. Suele estar localizada debajo del piso del vehículo, de esta forma ayuda a equilibrar el peso entre la parte delantera y trasera del vehículo y mantener un centro de masas bajo. Esto facilita una óptima tracción y confiere al vehículo una excelente estabilidad. Dentro de los vehículos híbridos o eléctricos las baterías emplea-

das para el sistema de alta tensión se denominan baterías de tracción o baterías HV (alto voltaje) y suelen oscilar entre los 150 y 450 voltios.

Con el fin de mejorar la eficiencia energética, estas baterías van provistas de un sistema de refrigeración autónomo que mantiene las celdas a una temperatura de trabajo óptima. Para ello pueden ser enfriadas por el sistema de aire acondicionado del vehículo o no.

Por seguridad en estas baterías, se incorpora un disyuntor bipolar que permite la desconexión de los polos negativo y positivo de la batería de tracción con el resto de la instalación del vehículo. Es un sistema de seguridad que evita la existencia de corrientes peligrosas en el resto de cableado y componentes de alta tensión.



Clasificación según su recarga

Las baterías también se clasifican según su recarga, pueden ser primarias o secundarias.

Baterías primarias

No se pueden recargar, por lo que solo se pueden utilizar una vez. Suelen tener una autodescarga baja y una alta densidad de energía. En vehículos híbridos y eléctricos se han realizado pruebas demostrando que pueden casi doblar la autonomía de una batería secundaria, pero se han desestimado ya que al no poder ser recargadas el coste para su sustitución es elevado.

Baterías secundarias

Se pueden recargar después de cada descarga. Tienen buenas prestaciones en descargas de alta intensidad. Las más conocidas son de plomo-ácido, níquel-metal hidruro, ion litio... Son las empleadas en el campo de la automoción, tanto en vehículos convencionales a 12 V como en vehículos eléctricos e híbridos.

Materiales de fabricación

La principal diferencia entre las baterías, así como la potencia y el voltaje nominal que entregan, radica básicamente en el material de

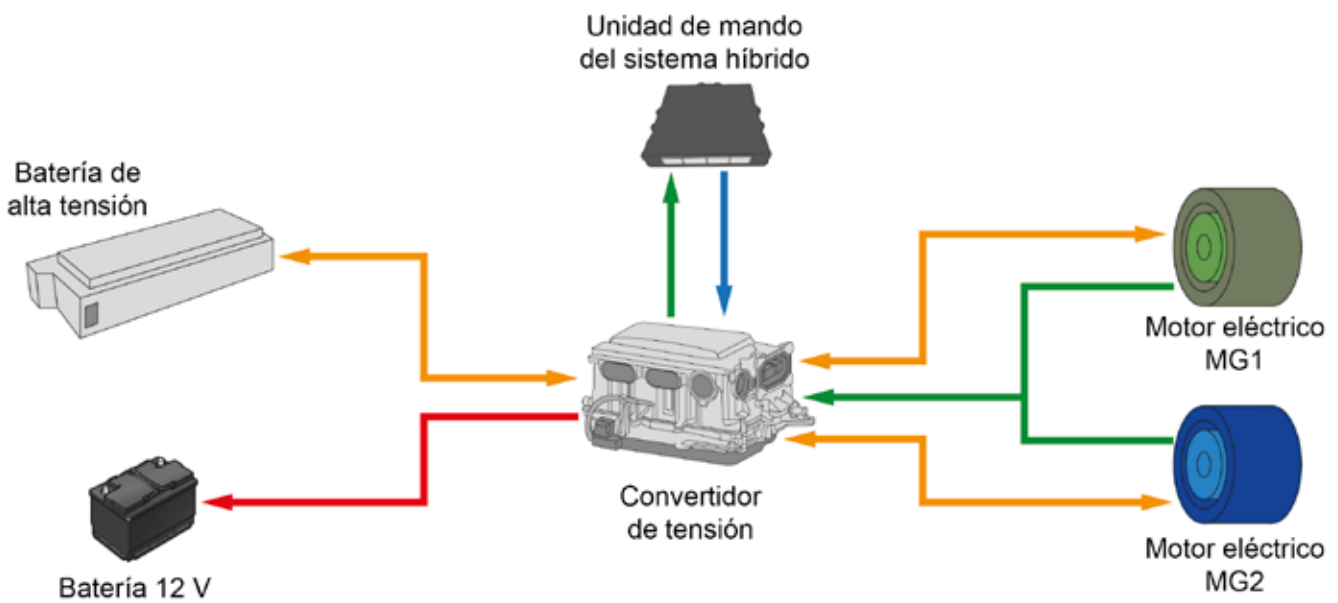
fabricación de los electrodos y el electrolito empleado. Las baterías más usadas en el mercado son las siguientes:

Tipo de batería	Plomo-ácido	Níquel-cadmio	Níquel-metalhidruro	Sodio-níquel (Zebra)	Ion-litio
Material del electrodo negativo	Plomo	Cadmio	Hidruros metálicos	Sodio	Grafitos, nitruros y aleaciones de litio
Material del electrodo positivo	Óxido de plomo	Hidróxido de níquel	Hidróxido de níquel	Níquel	Litio óxido de cobalto, óxido de vanadio...
Electrolito	Ácido sulfúrico	Hidróxido de potasio	Hidróxido de potasio	Sodio-níquel-cloro	Disolvente orgánico + sal de litio
Energía/peso Wh/kg)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Tensión por elemento (V)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Duración (ciclos de carga-descarga)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Tiempo de carga (h)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Autodescarga por mes (% del total)	5	30	20	-	25
Eficiencia de carga	82.5	72.5	70	92.5	90

CONVERTIDOR DE CORRIENTE

Es el encargado de transformar la corriente continua de la batería de alta tensión en corriente trifásica alterna para que el motor eléctrico pueda funcionar. Además, en los momentos de desaceleración convierte la energía eléctrica generada por el motor, de nuevo en corriente continua para volverla a almacenar en la batería. Por otro lado, el convertidor reduce la alta tensión de la batería de tracción a baja tensión para abastecer a los consumidores de la red de 12 voltios, cargando también una pequeña batería de 12 voltios. La comunicación entre el grupo convertidor y el motor eléctrico se hace a través de un cableado específico. Todos los cables de alta tensión están apantallados con el fin de evitar al máximo los pará-

sitos. A su vez, el convertidor gestiona el encendido de las fases del estator en función de la posición del rotor, la demanda de potencia, el freno regenerativo y de si el vehículo debe circular hacia delante o hacia atrás. Con el fin de impedir el sobrecalentamiento de los componentes del sistema motopropulsor (grupo convertidor, cargador, motor eléctrico, grupo reductor...), se instala un sistema de refrigeración por agua. La temperatura en este sistema de refrigeración oscila sobre los 50 °C, donde simplemente con un sensor de temperatura, se evita el uso de un termostato.



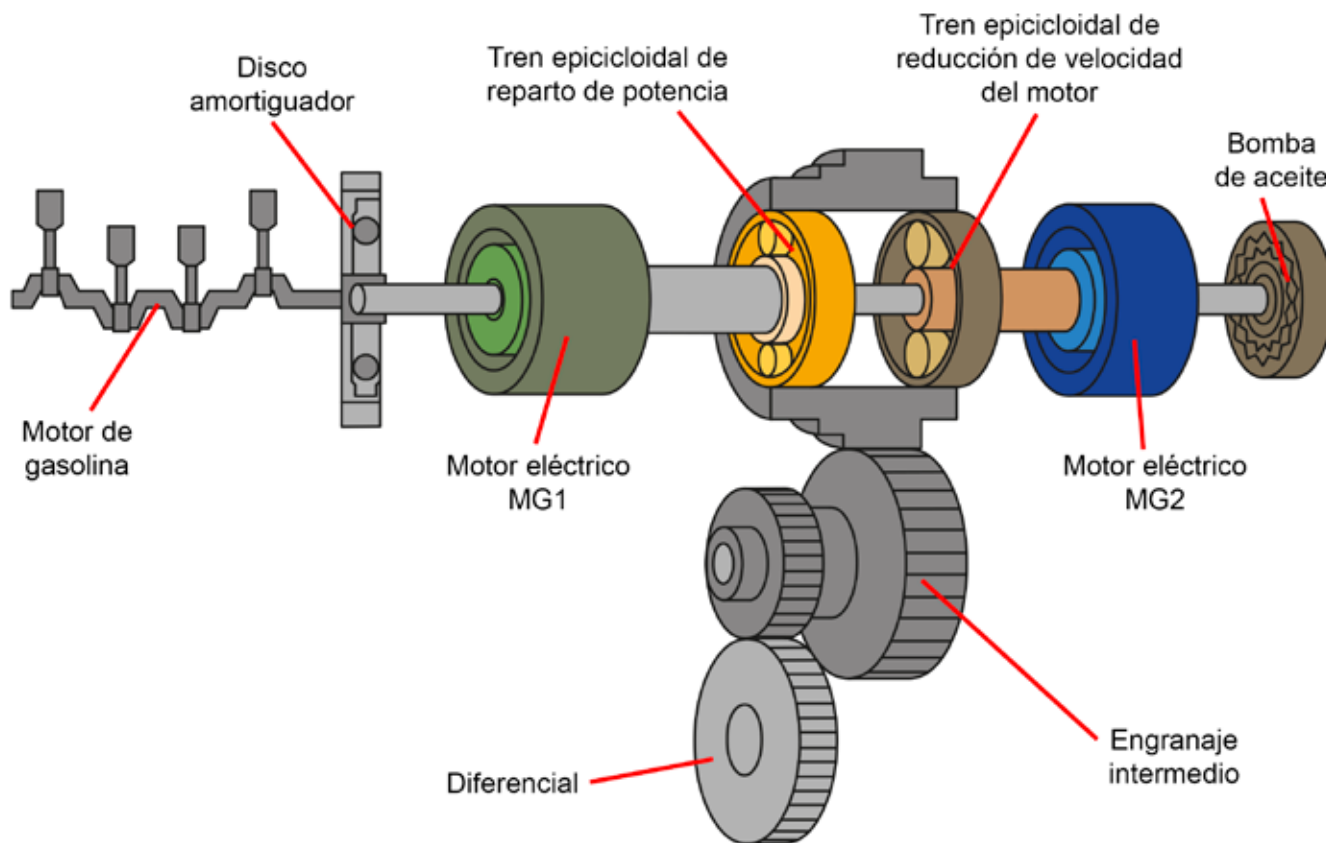
SISTEMAS DE TRACCIÓN PARA VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Para poder transmitir el movimiento hacia las ruedas, es necesario disponer de algún tipo de caja de cambios para realizar las desmultiplicaciones de velocidad. Cada fabricante elige el tipo de caja que equipa el vehículo, pudiendo ser:

- Caja de cambios manual
- Caja CVT
- Caja de cambios automática
- Caja de cambios secuencial (DSG, Powershift...)

Por otro lado Toyota ha diseñado un tipo de caja que emplea trenes epicicloidales para realizar la desmultiplicación de velocidad. En función del año de fabricación, se emplea uno o dos trenes epicicloidales denominados de reparto de potencia y de reducción de velocidad del motor. Para la lubricación de la caja se emplea aceite de tipo ATF. La sensación de conducción de este tipo de caja es similar a una caja automática de tipo CVT ya que su desmultiplicación es continua sin llegar a percibirse los cambios de velocidad.

En su interior se encuentran ubicados los motores eléctricos MG1 y MG2, los trenes epicicloidales, la bomba de aceite, el engranaje intermedio y el diferencial. Los motores eléctricos empleados en un vehículo híbrido pueden ser de tipo síncrono o asíncrono. En la imagen siguiente se muestra el esquema de la caja de un Toyota Auris Hybrid. La diferencia entre ambos radica en su funcionamiento. En los motores síncronos la velocidad de giro del rotor es igual a la velocidad de giro del campo magnético del estator. Mientras que en los motores asíncronos o motores de inducción, la velocidad del rotor es siempre inferior a la velocidad de giro del campo magnético del estator.



SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

El sistema de climatización en un vehículo híbrido es similar al de un vehículo con motor de combustión interna, con la única diferencia de equipar un compresor accionado eléctricamente. Esto es debido a que el motor de combustión interna no siempre está en marcha cuando se circula.

Con este tipo de compresores, el motor de combustión interna no sufre pérdidas de potencia ante su conexión. Otra de las ventajas que ofrecen es que pueden seguir funcionando a pesar de que el motor de combustión interna se detenga, incluso pueden hacerlo a las revoluciones óptimas en cada momento independientemente de si el conductor está acelerando, frenando...

Con el fin de optimizar su tamaño, son de tipo "Scroll" y funcionan mediante la corriente de alta tensión y el aceite empleado es de tipo POE (Polioléster) en lugar de los PAG (Polialquiglicol) utilizados en circuitos de climatización convencionales. Tiene propiedades específicas de aislamiento eléctrico que protegen al compresor de descargas eléctricas producidas por el motor.

Una minoría de fabricantes utiliza compresores de aire acondicionado mixtos. Se trata de dos compresores integrados en la misma carcasa, uno de ellos es eléctrico mientras que el otro es mecánico accionado mediante la correa auxiliar del motor de combustión interna.

El gas refrigerante utilizado depende de la normativa vigente en el momento de la homologación pudiendo encontrar el R-134a y el R-1234yf. Referente a la calefacción, el sistema es el mismo que en un vehículo



convencional. Se utiliza el calor generado por el motor de combustión interna para calentar, a través del radiador de calefacción, el interior del habitáculo.

Puesto que la bomba de agua del motor de combustión interna deja de girar cuando este se detiene y, en consecuencia el refrigerante deja de circular, los vehículos híbridos incorporan una bomba de agua eléctrica que permite la recirculación entre el motor y el radiador de la calefacción. Por otro lado, también es habitual disponer de resistencias eléctricas calefactoras del tipo "PTC" para cuando el agua del motor está fría o bien la eficacia del calefactor es insuficiente.

SISTEMA DE FRENADO

Un vehículo híbrido dispone de dos sistemas de frenado diferentes, aunque a efectos del conductor el sistema de frenada debe comportarse como si hubiera un único sistema. El equipo de frenado se compone del sistema clásico hidráulico y el sistema de frenado regenerativo, donde interviene el motor eléctrico cuando se comporta como generador de corriente.

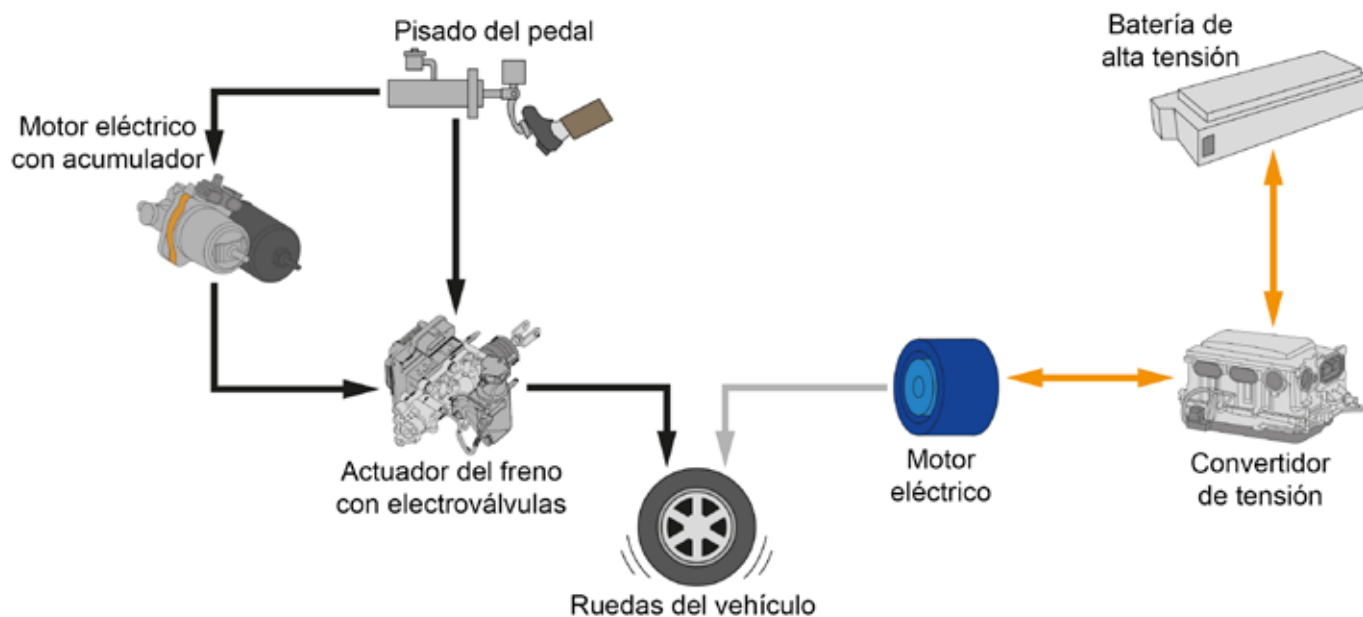
El sistema de frenado hidráulico convencional suele llevar un amplificador de frenado que funciona por vacío. Los vehículos híbridos pueden circular una distancia determinada con el motor de combustión interna parado, por lo tanto el vacío puede realizarse generalmente de dos formas:

- Mediante una bomba de vacío eléctrica, donde ésta se activa según la señal de un sensor de depresión montado en el propio amplificador de frenado.
- Mediante un motor eléctrico que genere la presión y un acumulador.

El freno regenerativo sería el equivalente al freno motor de un vehículo convencional. Cuando el vehículo está en retención (se mueve sin par de tracción), el motor eléctrico actúa como generador transformando una parte de la energía cinética en electricidad que acumula en la batería de alta tensión.

Para que el frenado de un vehículo eléctrico sea efectivo y, a su vez, beneficiarse al máximo del freno regenerativo para la recarga de la batería de alta tensión, es necesario un sistema de frenos que combine continuamente ambos sistemas de frenado.

El reparto de la fuerza de frenado entre el frenado hidráulico y el frenado regenerativo varía según la velocidad del vehículo y el momento del frenado. A continuación se muestra un sinóptico de funcionamiento de un sistema de frenado en un vehículo híbrido.



SISTEMA CON GLP

El Gas Licuado del Petróleo (GLP) está compuesto por una mezcla de hidrocarburos (propano, butano, propileno, etc.) que se encuentra en estado gaseoso a presión atmosférica. Se almacena licuado a una presión moderada (3-10 bar) a temperatura ambiente. Es incoloro e inodoro pero se le añade un agente "odorizante" para detectar con facilidad cualquier fuga.

Ventajas

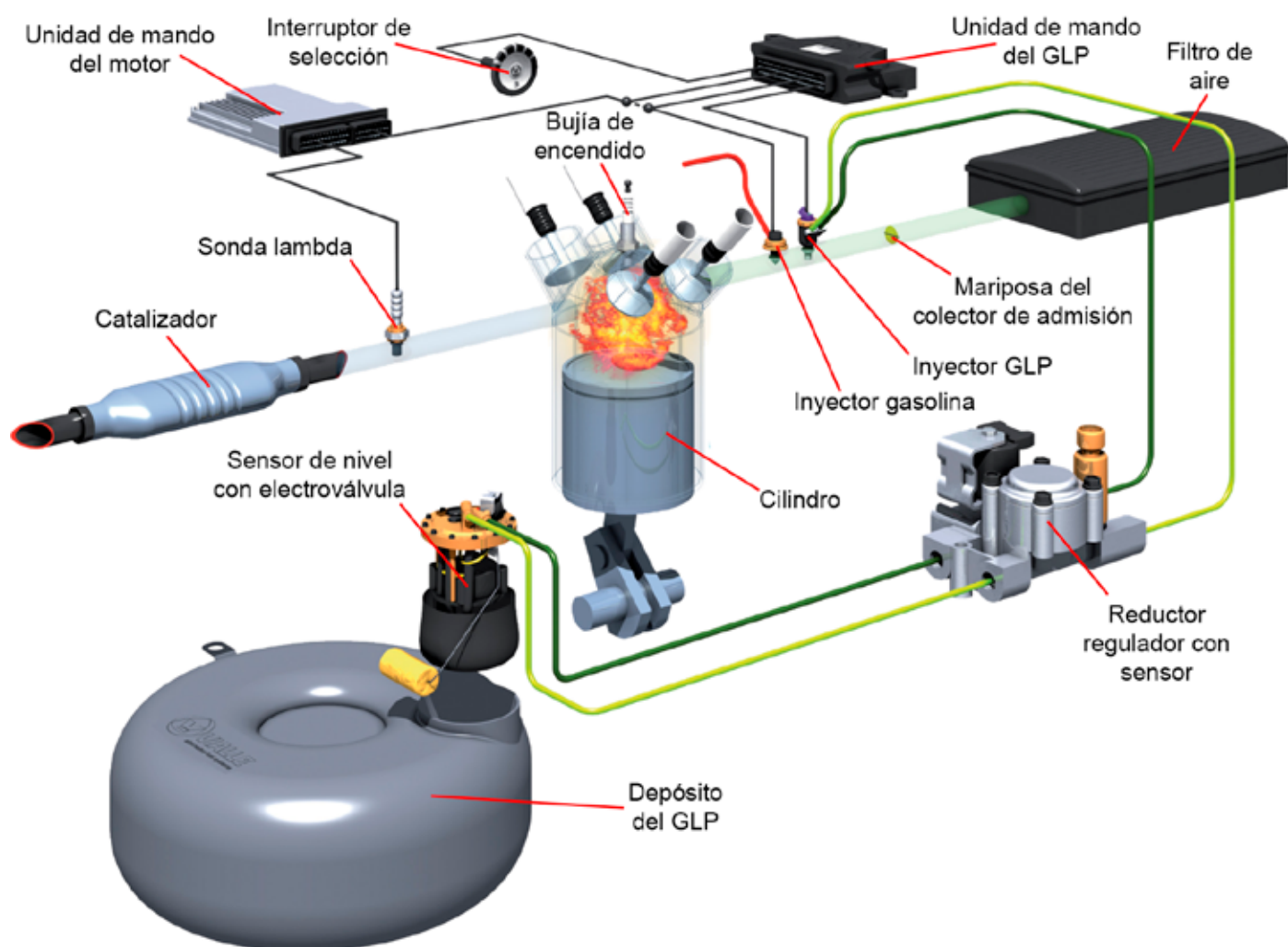
- Precio de combustible económico.
- Más respetuoso con el medio ambiente respecto a la gasolina.
- Alarga la vida del motor.

Inconvenientes

- Red de abastecimiento insuficiente.
- Consumo más elevado respecto a gasolina.
- En algunos motores es necesario la utilización de aditivos.
- Pérdida de espacio útil y aumento de peso en el vehículo.
- Restricciones de estacionamiento del vehículo.
- Pérdida de potencia superior al 10 % aproximadamente.

Se caracterizan por tener dos sistemas de alimentación, uno para el funcionamiento con gasolina y otro para GLP. Debido a la sensibilidad del combustible a la temperatura, el vehículo siempre se pondrá en marcha con gasolina, y cuando se alcanza una temperatura determinada, el sistema cambia a gas automáticamente. Mediante un interruptor el usuario puede seleccionar la modalidad de funcionamiento.

El GLP se almacena en el depósito en estado líquido a una presión aproximada de 8 -10 bar, y sólo puede llenarse un 80 % de su capacidad total. La presión en rampa de los inyectores a gas es de aproximadamente 1 bar superior a la presión en el colector de admisión. La presión se regula con una electroválvula y un reductor. El sistema de inyección de gas está pilotado mediante una unidad de mando independiente.



SISTEMA CON GNC

El gas natural comprimido (GNC) es esencialmente gas natural almacenado a altas presiones, habitualmente entre 200 y 250 bar, según la normativa de cada país. Se compone principalmente por gas metano (CH_4).

Ventajas

- Funcionamiento del motor más silencioso.
- Bajo consumo (3,5 kg/100 km).
- Más respetuoso con el medio ambiente respecto a la gasolina.
- Alarga la vida del motor.

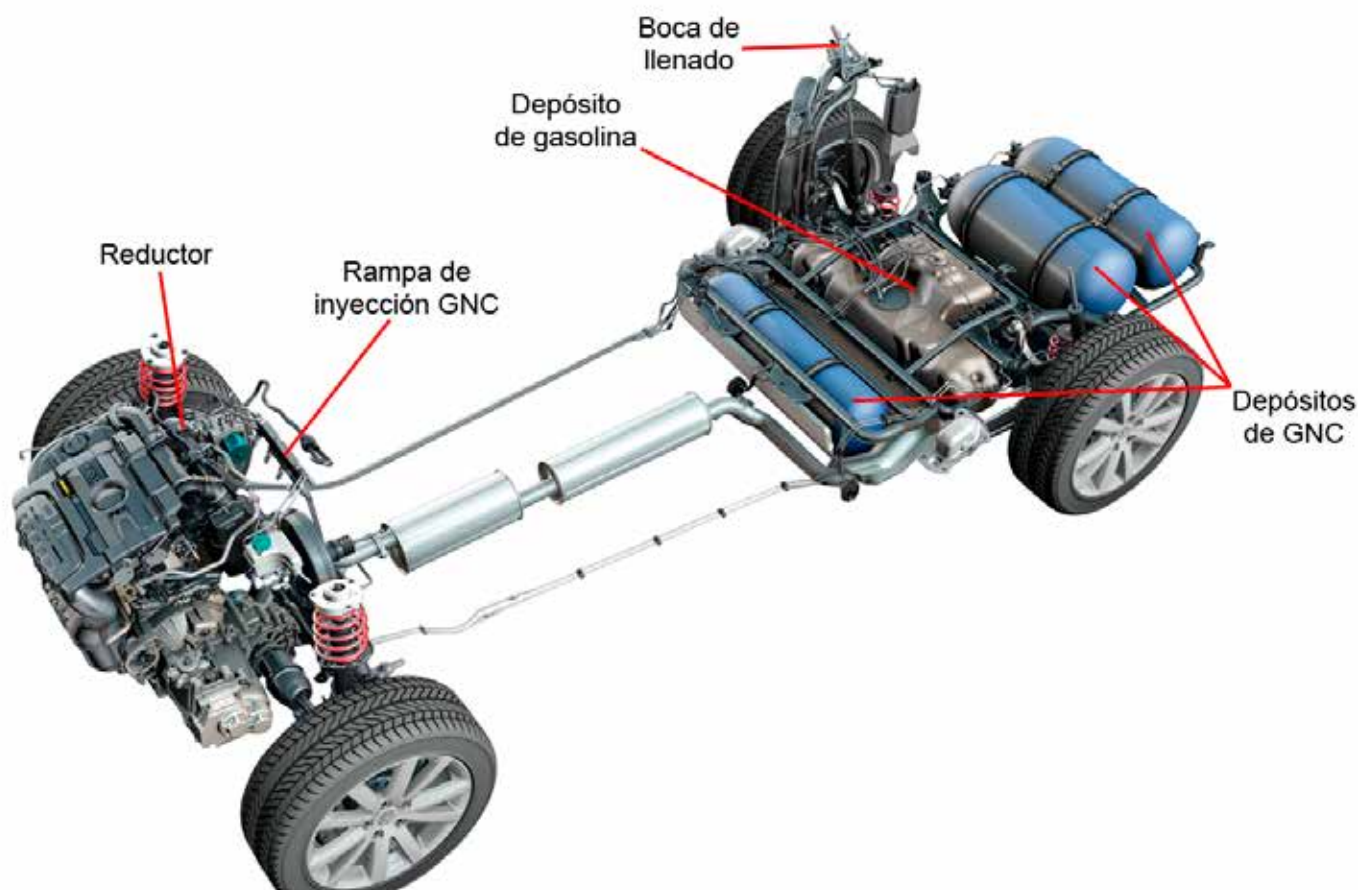
Inconvenientes

- Depósitos de gran volumen.
- Red de abastecimiento insuficiente.
- Pérdida de potencia aproximada del 10 %.
- Pérdida de espacio útil y aumento de peso en el vehículo.
- El mantenimiento lo debe realizar un técnico especializado.

El funcionamiento es parecido al GLP pero operando a presiones muy superiores. El vehículo se pone en marcha con gasolina si la temperatura del líquido refrigerante es inferior a 15 °C, si la temperatura es superior, puede poner en marcha el motor con gas.

Después del repostaje, la puesta en marcha es siempre en gasolina. La conmutación a gas natural se realiza con la activación de la regulación lambda o, como muy tarde, al cabo de 3 minutos de marcha del motor aproximadamente.

Se almacena en el depósito en estado gaseoso a una presión aproximada de 200 bar. La presión en rampa de los inyectores a gas es de aproximadamente 6 bar, para realizar esta bajada de presión se dispone de un reductor y una electroválvula cuyo funcionamiento es similar al de GLP. El sistema de inyección de gas está pilotado mediante una unidad de mando.



AVERÍAS

El sistema de alta tensión de un vehículo híbrido presenta pocas averías en su vida útil, sin embargo, pueden estar relacionadas con problemas de aislamiento y continuidad en los motores eléctricos, fallos de funcionamiento en el convertidor de corriente, gripaje del compresor del aire acondicionado, etc...

BATERÍA DE ALTA TENSIÓN



Las averías más comunes están relacionadas con el desgaste de la batería de alta tensión, más concretamente las celdas. Todas las baterías tienen una vida útil en función de los ciclos de carga-descarga y del material de fabricación.

A medida que se realizan estos ciclos de carga-descarga, algunas celdas de la batería pueden llegar a deteriorarse, disminuyendo la autonomía de la batería progresivamente. El conductor del vehículo percibe que la batería se descarga muy rápidamente y la autonomía en modo eléctrico cada vez es menor.



Para localizar las celdas afectadas, se debe medir con un voltímetro cada una de las celdas que compone la batería individualmente. El voltaje obtenido debe ser similar en todas las celdas. Las celdas deterioradas suelen tener un voltaje inferior a la media.



Sustituir las celdas afectadas por unas nuevas. Algunos fabricantes no permiten la opción de sustituir las celdas, por lo tanto, se debe sustituir la batería por completo.

BATERÍA DE BAJA TENSIÓN



Si la batería de 12 V se encuentra agotada o deteriorada, el motor no puede ponerse en marcha. Esto se debe a que las unidades de mando que gestionan el motor de combustión interna y el sistema híbrido funcionan a baja tensión.



Utilizar un comprobador de baterías para verificar el estado de la batería. También puede utilizarse un voltímetro para medir el voltaje de la batería de 12 V. Una batería en mal estado se considera si el voltaje medido es inferior a 9 V.



Sustituir la batería de 12 V por una nueva.

NOTAS TÉCNICAS

En este apartado se localizan las averías más comunes con relación a la mecánica y la electrónica de los sistemas híbridos. 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.

TOYOTA

TOYOTA PRIUS Fastback, TOYOTA PRIUS (ZVW30), TOYOTA PRIUS Sedán (NHW11_)

Síntoma	P3000 - Mal funcionamiento del sistema de control de las baterías. Testigo de avería del sistema híbrido encendido.
Causa	Descarga profunda de la batería de alta tensión con imposibilidad de arrancar el motor de combustión. Los motivos por los que se produce una descarga profunda de la batería podrían ser: Defecto del sistema de control híbrido, ya sea fallo del conjunto de la transmisión o de la misma batería. Mala utilización del vehículo: Circular sin combustible y mantener el vehículo en READY lo que hace que aunque no esté disponible el modo EV (conducción completamente eléctrica), el sistema híbrido sigue intentando arrancar el motor de combustión. Repotaje erróneo con diésel o combustible de mala calidad, el sistema híbrido intenta arrancar el motor de combustión hasta agotar la batería.
Solución	Recargar batería de alta tensión. NOTA: El cargador de la batería de alta tensión sólo está disponible en origen.

KIA

KIA MAGENTIS (MG)

Síntoma	P0456 - Sistema de fugas de emisiones de vapor detectada (Fuga muy pequeña). Testigo de avería de motor (MIL) encendido. NOTA: Este boletín informativo afecta solamente a los vehículos híbridos (HEV).
Causa	Defecto de la válvula de detección de fugas del sistema de vapores de combustible (NVLD).
Solución	Procedimiento de reparación: Comprobar el estado de la válvula de detección de fugas del sistema de vapores de combustible (NVLD). Sustituir la válvula de detección de fugas del sistema de vapores de combustible (NVLD).



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 Irlanda) 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

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.

del técnico profesional.

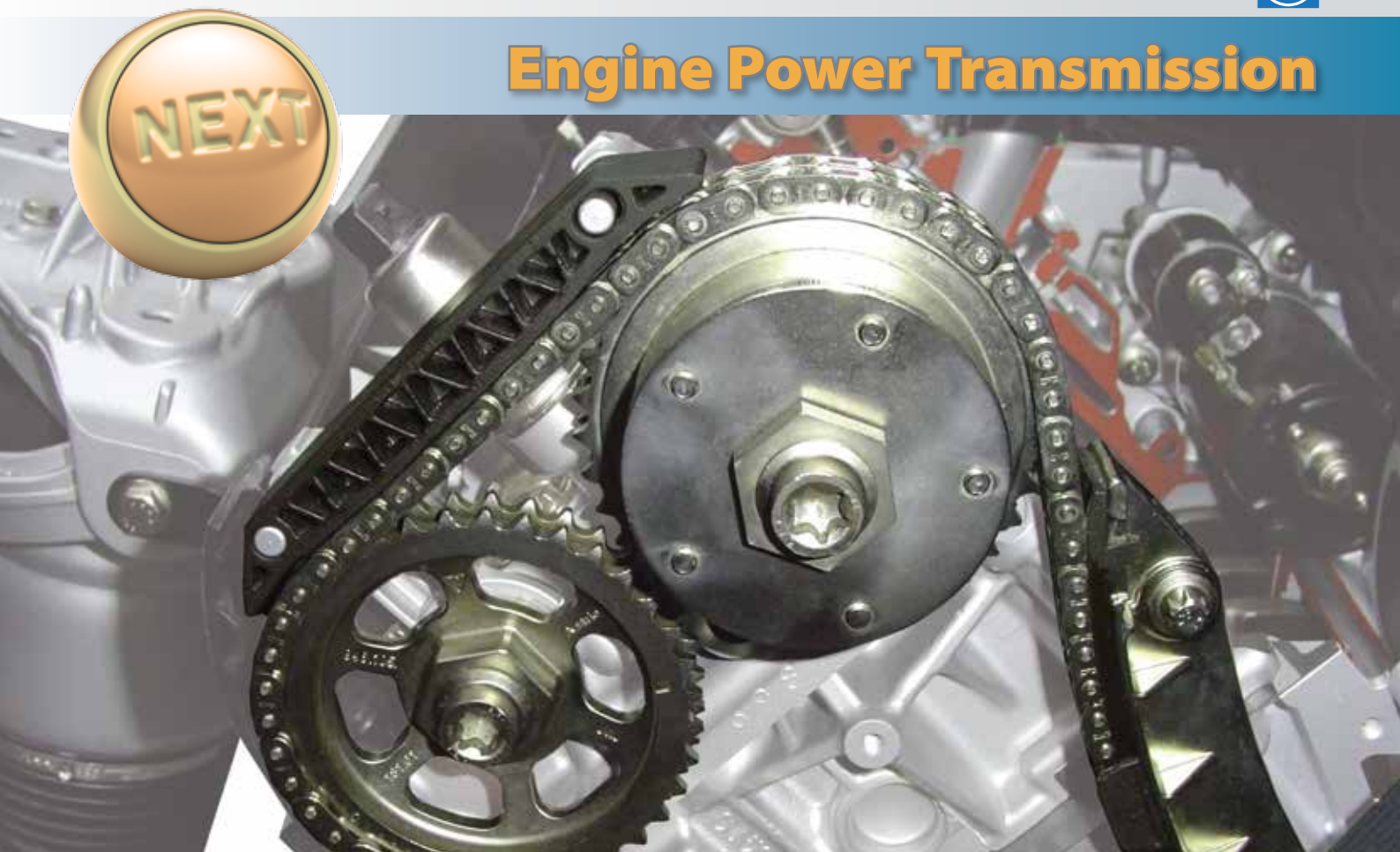
Eure!Car es una iniciativa de Autodistribution International, con sede en Kortenberg, Bélgica (www.ad-europe.com).

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

Los socios industriales apoyando a Eure!Car



Engine Power Transmission



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