

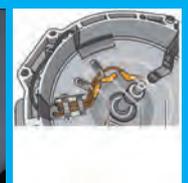
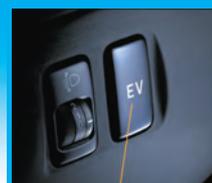


VEHÍCULOS HÍBRIDOS TECNOLOGÍA Y FUNCIONAMIENTO

Manuales prácticos
autoformativos



- ▶ Funcionamiento de los sistemas híbridos
- ▶ Estudio teórico-práctico de las principales marcas del mercado
- ▶ Tecnología microhíbrida, semihíbrida e híbrida pura
- ▶ Híbridos en serie, en paralelo y en paralelo-serie
- ▶ Híbridos enchufables
- ▶ Baterías de alta tensión
- ▶ Funcionamiento de los motores térmicos y eléctricos
- ▶ Precauciones en la manipulación de los sistemas de alta tensión
- ▶ Cuestionarios de autoevaluación
- ▶ Activación del modo inspección para pruebas de gases y mantenimiento

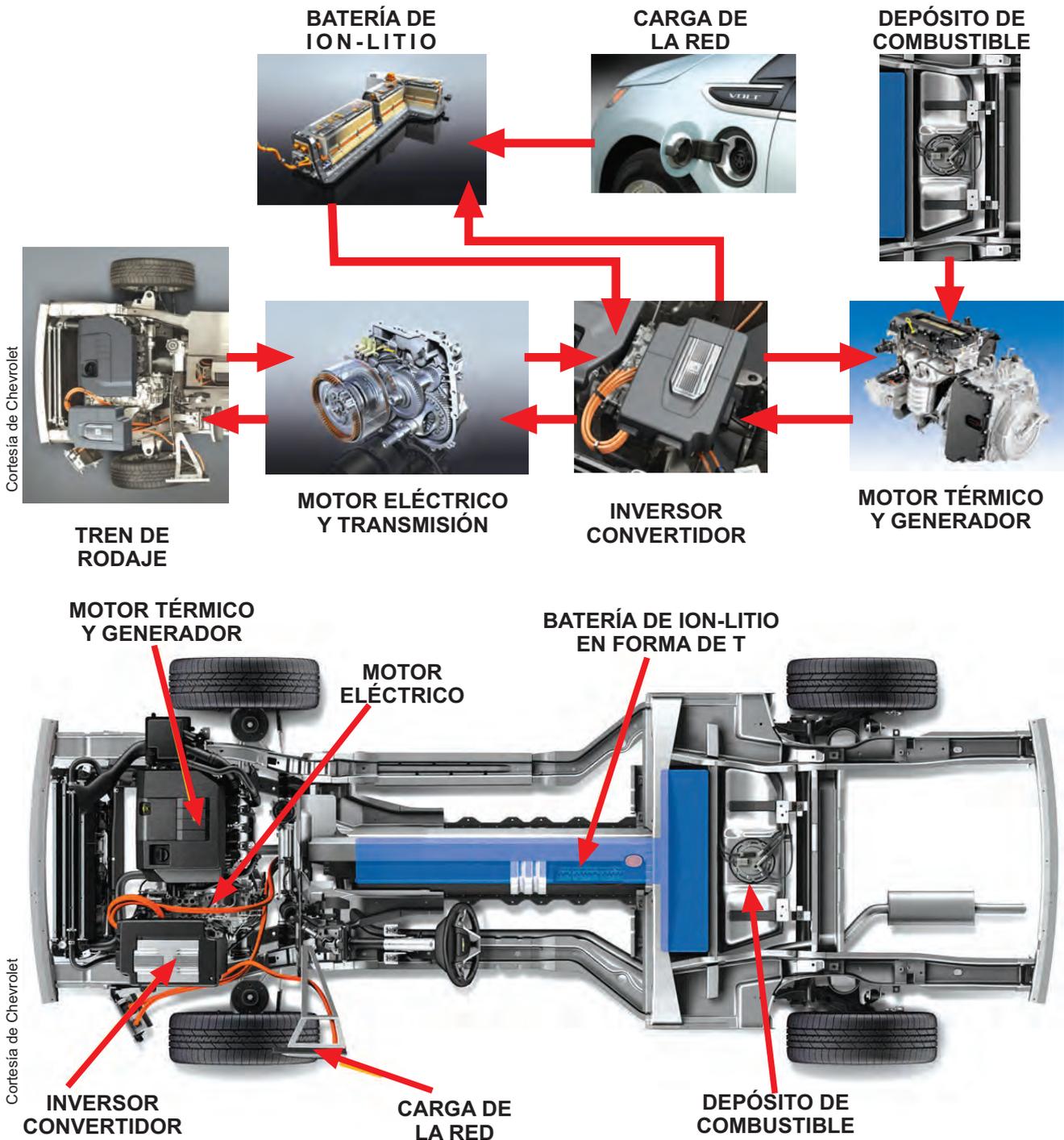


Página	Concepto
1	Generalidades
1	Introducción
2	El futuro según Toyota y Bosch
3	Funcionamiento del vehículo híbrido
4	Sistemas
4	Tipos de vehículos híbridos (en serie)
5	Tipos de vehículos híbridos (en paralelo)
6	Tipos de vehículos híbridos (en paralelo-serie)
7	Resumen de tipos de vehículos híbridos
8	Motores eléctricos
8	Características y motores de corriente continua
9	Motores de corriente alterna
13	Recuperación de energía
13	Introducción
14	Baterías
20	Cuestionario
20	Generalidades, sistemas, motores, recuperación de energía
22	Vehículos
22	Tecnología microhíbrida, semihíbrida e híbrida pura
23	Chevrolet
23	Chevrolet Volt (híbrido en serie)
24	Chevrolet Volt (batería)
25	Chevrolet Volt (transmisión, motor eléctrico y generador)
26	Engranaje planetario o epicicoidal
27	Chevrolet Volt (modos de funcionamiento)
31	Honda
31	Honda Civic (híbrido en paralelo)
32	Honda Civic (modos de funcionamiento)
34	Honda (elementos y funcionamiento IMA)
35	Tecnología Honda (motor térmico)
37	Tecnología Honda (motor eléctrico, compresor híbrido)
38	Tecnología Honda (compresor híbrido, bomba de agua eléctrica)
39	Tecnología Honda (batería de alta tensión)
40	Tecnología Honda (batería de alta tensión, inversor)
41	Tecnología Honda (frenada regenerativa)
42	Tecnología Honda (unidad de potencia hidráulica de frenos)
43	Tecnología Honda (mantenimiento del sistema de freno)
44	Tecnología Honda (transmisión)
45	Cuestionario
45	Vehículos, Chevrolet, Honda
47	Toyota
47	Toyota Prius y Auris (híbridos en paralelo-serie)
48	Tecnología Toyota (modos de funcionamiento)
51	Tecnología Toyota (componentes principales)
56	Tecnología Toyota (transeje híbrido)

Página	Concepto
63	Toyota (continuación)
63	Tecnología Toyota (batería de alta tensión)
64	Tecnología Toyota (refrigeración batería HV)
65	Tecnología Toyota (desconexión de la batería HV)
66	Tecnología Toyota (sustitución de las baterías)
67	Tecnología Toyota (inversor)
68	Tecnología Toyota (refrigeración del inversor)
69	Tecnología Toyota (UCE de HV, de motor, de batería y SMR)
70	Tecnología Toyota (sistema de frenos)
71	Tecnología Toyota (pedal de acelerador, ayuda cuesta arriba)
72	Tecnología Toyota (palanca de cambio, modos de conducción)
73	Tecnología Toyota (modos de conducción)
74	Tecnología Toyota (cuadro de instrumentos)
75	Tecnología Toyota (cuadro de instrumentos y diagnosis EOBD)
76	Tecnología Toyota (aire acondicionado eléctrico)
77	Tecnología Toyota (motor térmico)
78	Tecnología Toyota (distribución variable)
79	Tecnología Toyota (nuevo motor térmico)
80	Tecnología Toyota (nuevo motor y generador eléctrico)
81	Tecnología Toyota (modo inspección)
82	Tecnología Toyota (modo certificación)
83	Cuestionario
83	Toyota
85	Lexus
85	Gama Lexus Hybrid Drive
86	Lexus RX 400h - RX 450h
91	Lexus GS 45
92	Lexus LS 600h
95	Lexus CT 200h
96	Cuestionario
96	Lexus
97	Volkswagen
97	VW Touareg - Porsche Cayenne
98	Argumentos a favor de la tecnología híbrida
99	Componentes de la máquina eléctrica
101	Módulo electrónico de potencia y control para la tracción
102	Batería de alto voltaje
103	Conector de mantenimiento del sistema de alto voltaje
104	Cables de alto voltaje
105	Conectores de alto voltaje
106	Línea eléctrica de seguridad con conectores de seguridad
107	Medidas de seguridad
108	Sensores de la máquina eléctrica
109	Batería de 12 voltios y actuador de presión para embrague

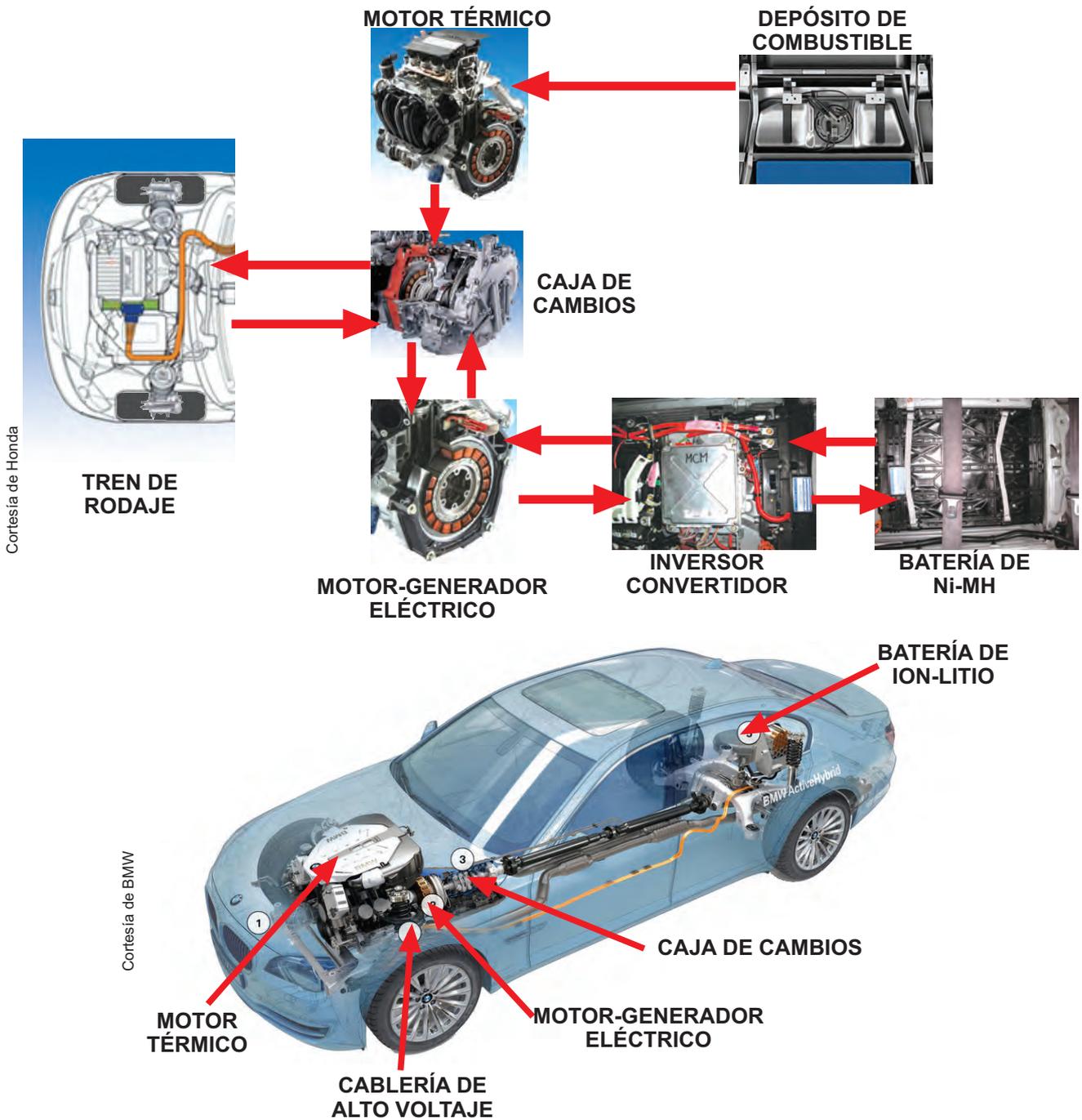
Página	Concepto
110	Volkswagen (continuación)
110	Compresor de climatización eléctrico
111	Comunicación mediante buses de datos
112	Gestión del sistema híbrido
113	Indicación en el cuadro de avería del sistema híbrido
114	Esquema eléctrico de funciones del sistema híbrido
115	Híbrido enchufable Golf GTE y Audi A3 e-TRON
115	Componentes principales del híbrido enchufable Golf GTE
116	Modificaciones en la estructura de la carrocería
117	Motor de combustión, motor eléctrico y transmisión
118	Depósito de combustible con cierre hermético a gas
119	Caja de cambios y motor eléctrico
120	Módulo híbrido y embragues
121	Cambio de doble embrague tipo DSG 0DD
122	Servofreno electromecánico
123	Batería de alto voltaje
124	Módulos de batería de alto voltaje
125	Módulo electrónico de potencia (convertidor-inversor)
127	Toma de carga y conector de carga
128	Línea de seguridad o línea piloto
129	Máquina de propulsión eléctrica (motor-generador)
130	Conexión de los componentes de alta tensión
131	Desconexión del sistema de alta tensión
133	Cuestionario
133	Volkswagen
135	Bibliografía, agradecimientos y sugerencias.
136	Soluciones de los cuestionarios

TIPOS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS (EN SERIE)



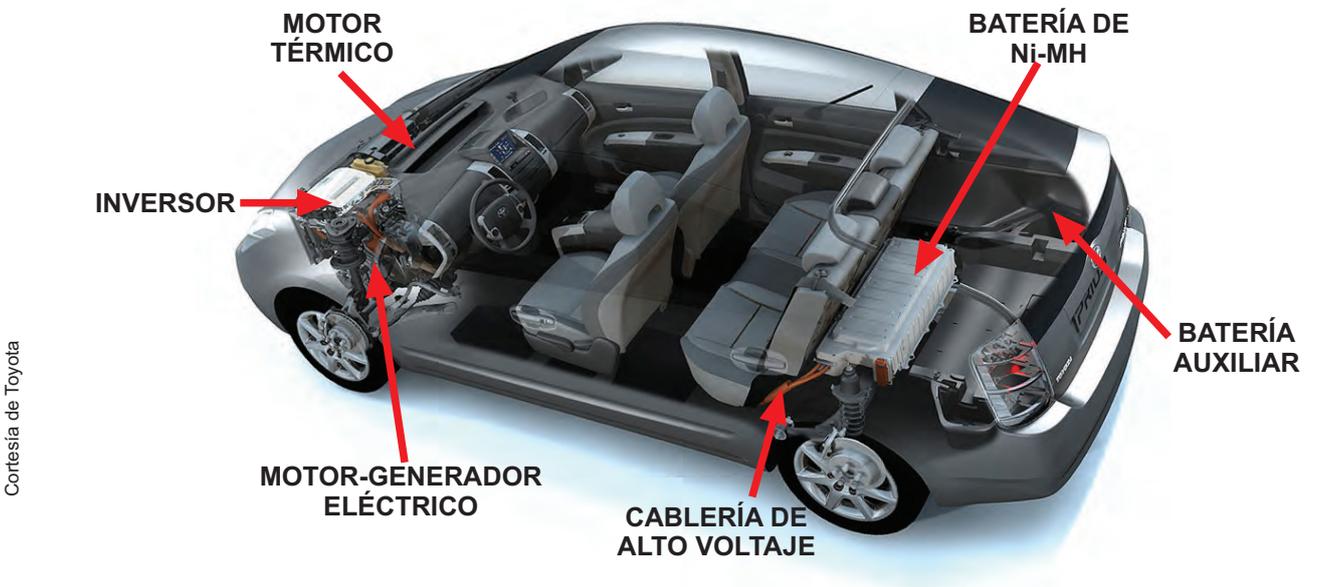
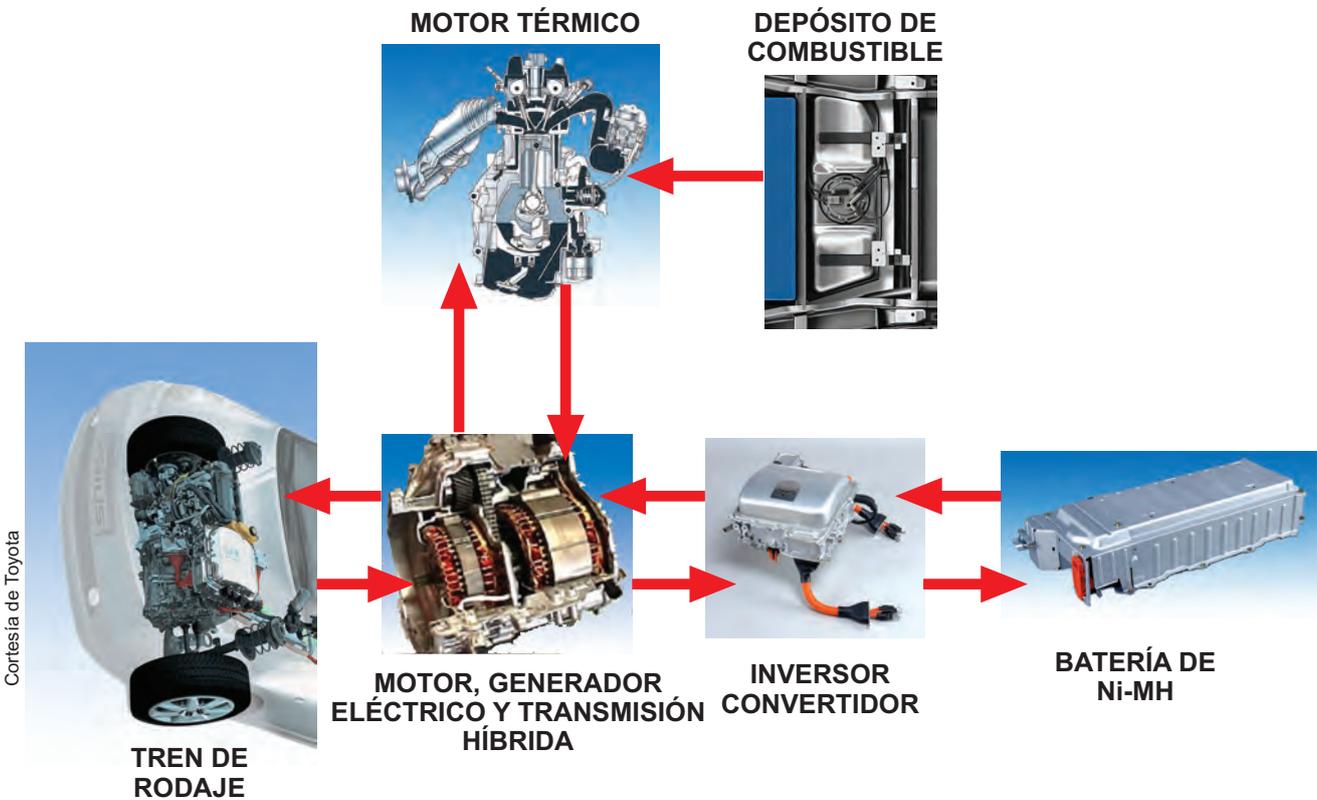
Los híbridos en serie son en realidad vehículos eléctricos, a los que se les ha acoplado un motor térmico que asume la función de hacer funcionar un potente generador para cargar las baterías. En esencia el vehículo está pensado para funcionar siempre en eléctrico con las baterías cargadas desde la red doméstica. El problema aparece cuando el desplazamiento necesario supera la reducida autonomía de estos vehículos. En este caso, cuando el sistema electrónico detecta que la carga de las baterías es baja, se conecta automáticamente un motor térmico para mover un generador que carga las baterías y el vehículo puede seguir funcionando sin necesidad de parar para conectarlo a la red. Los fabricantes denominan este sistema como **vehículo eléctrico de autonomía extendida**. La utilización ideal de estos vehículos es para personas que efectúan un número de Km. menor que la autonomía de las baterías (unos 60 Km). Es decir que las baterías se carguen desde la red doméstica y a ser posible en horario de tarifa reducida. **En este sistema, el motor térmico nunca puede mover el vehículo, ya que no está conectado a la transmisión.**

TIPOS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS (EN PARALELO)



En los híbridos en paralelo tanto el motor térmico como el eléctrico pueden mover el vehículo. De forma individual (cuando se requiere poca potencia) o conjunta (para obtener el máximo de potencia disponible). El motor eléctrico actúa como generador para cargar la batería en retenciones y frenadas (freno regenerativo). También asume la función de arranque del motor térmico (sistema star-stop). Como norma general, el inicio de la marcha se efectúa con el motor térmico, en fase de aceleración suave sigue funcionando sólo el térmico. Si se acelera más intensamente se conecta el motor eléctrico, a velocidad constante entre 15 y 45 Km/h en carretera llana y sin acelerar se deja de inyectar gasolina al térmico y funciona sólo en eléctrico. A velocidad de cruce sin mucha demanda energética es el motor térmico el que mueve el vehículo. Sólo en retenciones y frenadas se carga la batería, cuando el vehículo se detiene, por ejemplo en un semáforo, se paran los dos motores y el consumo y emisiones son cero. **En este sistema, el motor eléctrico ayuda al térmico en momentos puntuales de requerimiento de potencia.**

TIPOS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS (EN PARALELO-SERIE)



Los híbridos en paralelo-serie son exclusivos de Toyota y sus marcas asociadas, ya que tienen patentado el sistema.

Tanto el motor térmico como el eléctrico pueden desplazar el vehículo de forma individual o conjunta. Lo dos motores están conectados a un engranaje planetario que tiene salida al diferencial y a las ruedas.

La diferencia respecto a los otros sistemas radica en que dispone de un motor eléctrico y un generador independientes.

El motor eléctrico está diseñado como motor y es muy eficiente, pero también puede funcionar como generador. El generador está diseñado como generador por tanto es más eficiente que un motor funcionando como generador, pero también puede funcionar como motor.

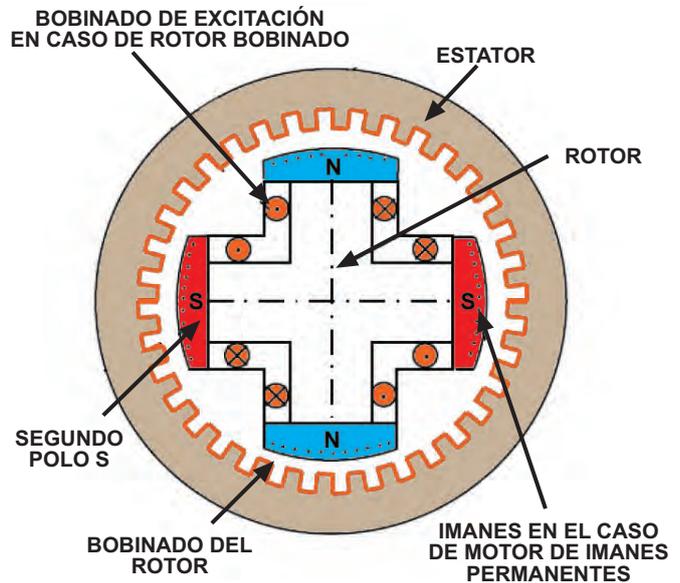
Es un híbrido que podemos denominar "fuerte" ya que puede iniciar la marcha y circular hasta 50 Km/h sólo en eléctrico.

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

MOTOR SÍNCRONO



Cortesía de Bosch



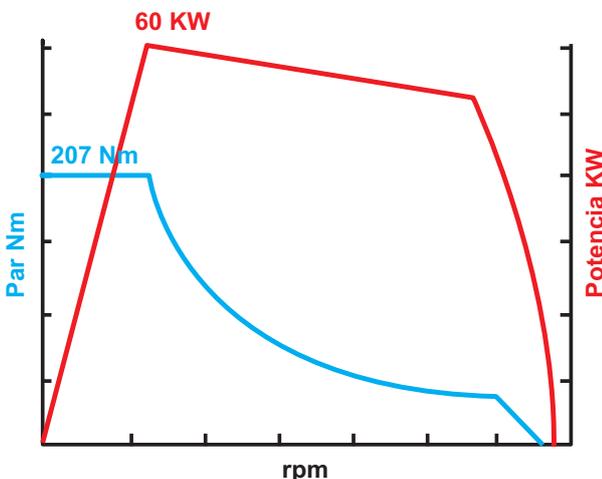
VENTAJAS

- Muy alta densidad de potencia
- Alta capacidad de sobrecarga y par de arranque
- Muy alta eficiencia
- Opera en los cuatro cuadrantes
- Control sencillo
- Nivel bajo de ruido y vibraciones
- Muy pocas variaciones de par
- Tamaño y peso reducido
- Robustez mecánica y térmica
- Fabricación y mantenimiento fácil

INCONVENIENTES

- Baja gama de velocidades
- Coste económico elevado

Son los motores utilizados en vehículos híbridos, bien acoplados al motor térmico en los sistemas en paralelo (Honda) o en la transmisión híbrida en los sistemas paralelo-serie (Toyota). También se utiliza en vehículos pesados como motor de tracción gracias a su elevada densidad de par.



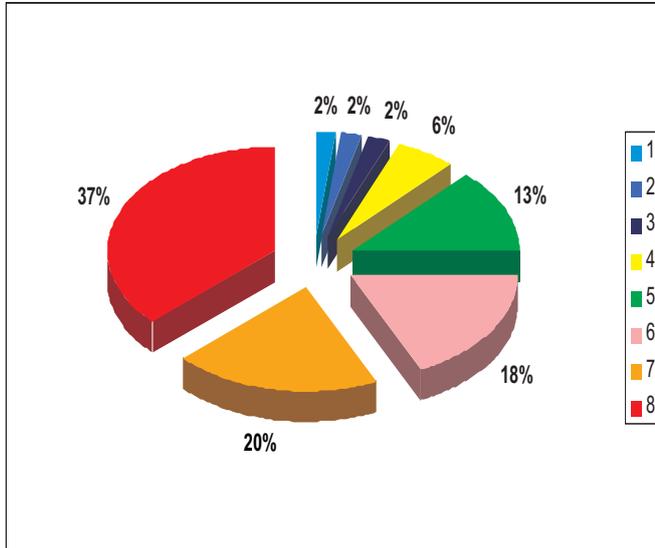
CURVAS DE PAR Y POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO DEL TOYOTA PRIUS III

El impresionante par a bajo régimen, permite iniciar la marcha del vehículo desde parado y hasta 50 Km/h. Es un motor síncrono fabricado por Toyota y según sus informaciones es el motor eléctrico más potente del mundo en relación a su tamaño. La tensión máxima de trabajo es de 650V y en retenciones y frenadas se transforma en generador de corriente alterna. Mediante un engranaje reductor, se consigue aumentar el par a 546 Nm.

Los fabricantes que utilizan el sistema paralelo, también instalan motores síncronos acoplados en el lugar del embrague, pero son menos potentes (unos 20 cv) y se utilizan como apoyo al motor térmico. También asumen la función star-stop pero rara vez desplazan el vehículo sólo en eléctrico. En retenciones y frenadas se convierten en generador y su tensión de trabajo está entre los 100 y 650V dependiendo del fabricante.

BATERÍAS

BATERÍAS DE ION-LITIO (continuación)



RESERVAS PROBADAS DE LITIO

Estos datos pueden variar ya que se continúan buscando nuevas minas de litio en diverso países. Concretamente un grupo de geólogos americanos han descubierto un mega yacimiento de litio en Afganistan que dejaría a Bolivia en un segundo plano, ya que sus reservas serían superiores a las que posee el país andino en el salar de Uyuni.

Si se encuentran y explotan nuevos yacimientos de litio, se solucionará el problema de disponibilidad y alto precio de este mineral.

- 1.- USA 2%
- 2.- Canadá 2%
- 3.- Australia 2%
- 4.- Brasil 6%
- 5.- Argentina 13%
- 6.- China 18%
- 7.- Chile 20%
- 8.- Bolivia 37%

BATERÍAS DE NIQUEL-METALHIDRURO (NiMH)



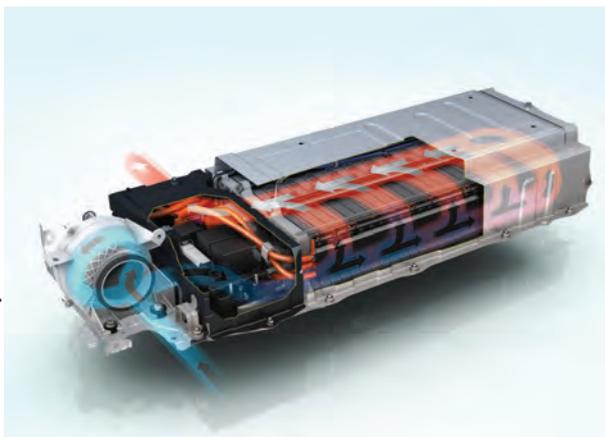
VENTAJAS

- Bajo peso (alta densidad de energía)
- Poco peligroso para el medio ambiente
- Efecto memoria mediano

INCONVENIENTES

- Alto coste
- Tecnología bastante nueva
- Mediana disponibilidad
- Problemas de temperatura
- Es necesaria ventilación
- Baja durabilidad
- 10% de autodescarga
- Si se descarga totalmente no puede recuperarse, hay que sustituirla

Actualmente es muy utilizada en vehículos híbridos. Pero la tendencia es cambiarlas por las de litio.



Para la refrigeración de las baterías de alto voltaje se utilizan sistemas de ventilación formados por electroventiladores que están gobernados por el módulo de control de batería.

Esta UCE recibe información de la temperatura de cada módulo de baterías, de la tensión de cada bloque y de la resistencia interna.

En caso de exceso de temperatura o avería de la batería, la UCE de control de batería desconectará el sistema híbrido.

Es muy importante mantener despejadas las tomas de aire de ventilación de baterías. Por ejemplo bandeja posterior en el Civic o lateral de la banqueta posterior en el Prius.

TOYOTA PRIUS Y AURIS (híbridos en paralelo-serie)

THS (Toyota Hybrid System) HSD (Hybrid Synergy Drive)

Cortesía de Toyota



PRIUS II

Cortesía de Toyota



AURIS



PRIUS III



PRIUS PLUG-IN HYBRID

Es un sistema de vehículo híbrido desarrollado y patentado por Toyota que sólo encontramos en esta marca y sus marcas asociadas.

En esencia dispone de un motor térmico, un motor eléctrico y un generador.

Tanto el motor térmico como el eléctrico pueden desplazar el vehículo de forma individual o conjunta. Toyota lanzó su primer híbrido en 1997, desde entonces ha continuado apostando por esta tecnología y mejorando continuamente el funcionamiento y las prestaciones. Después del Prius I apareció en 2003 el Prius II en 2009 en Prius III en 2010 el Auris y en el 2011 está listo para su comercialización el Prius Plug-In que tiene la particularidad de poder conectarlo a la red eléctrica para cargar la batería de alta tensión.



LEXUS RX 400h

El sistema híbrido del Lexus RX 400h consta de un motor de gasolina, dos motores eléctricos, un generador, un conjunto de engranajes, una batería de alto voltaje y un inversor con su correspondiente unidad electrónica para controlar el sistema.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- 1.- Motor de gasolina de 6 cilindros en V de 3,3 litros.
- 2.- Unidad de potencia delantera (motor eléctrico delantero, generador, transeje, reparto de potencia).
- 3.- Unidad de control de potencia (inversor, convertor de aumento de potencia, convertor CC/CC)
- 4.- Baterías de alta tensión.
- 5.- Motor eléctrico trasero.

TECNOLOGÍA TOYOTA (desconexión de la batería HV)

PRECAUCIONES PARA LA INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE ALTA TENSIÓN

- El técnico que efectúe tareas de inspección y servicio en el sistema de alta tensión debe recibir una **formación especial**.
- Todos los conectores y el mazo de cables de alta tensión son de **color naranja**. La batería y los otros componentes de alta tensión son identificados en el vehículo con etiquetas de advertencia "**High Voltage**". Extreme las precauciones cuando toque los cables y componentes.
- Antes de inspeccionar y reparar el sistema de alta tensión, hay que tomar las medidas de seguridad adecuadas, como **utilizar guantes aislantes y extraer el tapón de servicio** para evitar que alguien se electrocute. Mantenga el tapón de servicio extraído a buen recaudo en su bolsillo, para evitar que otros técnicos lo vuelvan a instalar mientras repara el vehículo.
- Después de extraer el tapón de servicio, es necesario **esperar 10 minutos** para que se descarguen los condensadores del inversor, antes de tocar cualquier conector o terminal de alta tensión.
- Antes de colocarse los guantes aislantes asegúrese de que **no están rotos**, agrietados, dañados o presentan algún otro deterioro. No utilice guantes aislantes húmedos.
- Cuando repare un vehículo híbrido, evite llevar encima objetos de metal como puntas de trazar, herramientas en los bolsillos, etc. que pudieran caer de forma accidental y provocar un cortocircuito.
- Antes de tocar un terminal de alta tensión pelado, debe ponerse los **guantes aislantes** y verificar con un polímetro adecuado que no hay tensión.
- Tras desconectar o dejar al descubierto un conector o terminal de alta tensión, hay que protegerlo inmediatamente con cinta aislante.
- Los tornillos de los terminales de alta tensión deben apretarse de forma segura y al par especificado. Un par de apriete insuficiente o excesivo puede provocar fallos.
- Coloque en un lugar visible del vehículo un cartel que indique: "**PRECAUCIONES: ALTA TENSIÓN. NO TOCAR DURANTE LA REPARACIÓN**" para indicar al resto de técnicos que se está inspeccionando o reparando un sistema de alta tensión.
- **Asegúrese de instalar el tapón de servicio antes de arrancar el sistema híbrido**. Si arranca el sistema sin el tapón se pueden producir averías graves en la electrónica del vehículo.

EXTRACCIÓN DEL TAPÓN DE SERVICIO PARA DESCONECTAR LA ALTA TENSIÓN



- Pulse el interruptor de posición "P" y ponga el freno de estacionamiento.
- Desconecte el encendido, posición OFF. Retire la llave fuera del alcance del sistema de arranque sin llave.
- Desconecte el terminal negativo de la batería auxiliar de 12 V.
- Quite el conector de servicio con los guantes aislantes puestos.
 - 1.- Estirar de la anilla del conector en el sentido de la flecha.
 - 2.- Girar 90 grados para desacoplar.
 - 3.- Estirar del conector para extraerlo.
 - 4.- Guarde el conector en sitio seguro para que nadie pueda conectarlo.
 - 5.- Espere al menos 10 minutos antes de manipular el circuito de alta tensión.
- Trabaje siempre con guantes aislantes y verifique con un polímetro adecuado la ausencia de tensión.

LEXUS RX 400h - RX 450h

MOTOR ELÉCTRICO DELANTERO CON TREN EPICICOIDAL REDUCTOR



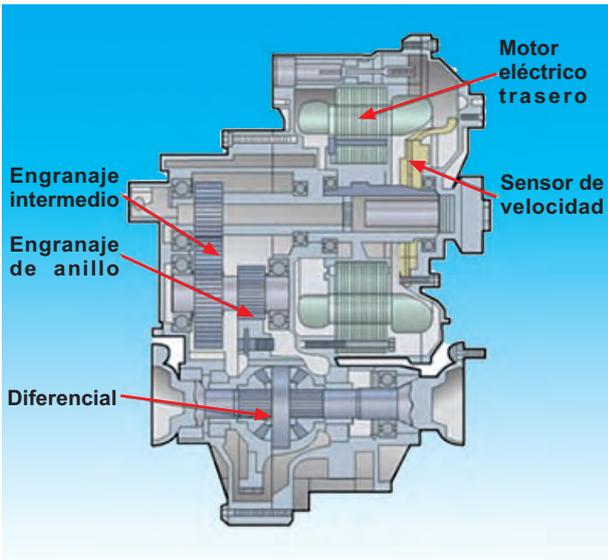
Cortesía de Lexus

El motor eléctrico delantero está ubicado en el transeje. Es un motor de corriente alterna síncrono de imanes permanentes alimentado a 650 voltios. Entrega una potencia de 167 Cv y un par de 335 Nm, es un motor de reducidas dimensiones debido al espacio del que se dispone, para aumentar el par, en el propio motor eléctrico se ha instalado un engranaje reductor epicicoidal que consigue una reducción de 1 a 2,478 con el consiguiente aumento de par.

El sistema es similar al utilizado en el Toyota Prius III y Auris. Gracias a este reductor se elimina la cadena de transmisión del transeje.

Este motor eléctrico carece prácticamente de mantenimiento y puede girar hasta las 13.500 r.p.m. Una de las principales ventajas de utilizar un motor eléctrico como fuente de potencia de excitación es que se genera instantáneamente el par máximo al arrancar. Esto asegura una máxima aceleración y un inicio de la marcha muy silencioso.

Durante la deceleración, el motor eléctrico actúa como generador para efectuar la frenada regenerativa. Esto optimiza la gestión energética al recuperarse la energía cinética, desperdiciada habitualmente en forma de calor durante la frenada y la deceleración, aquí se convierte en energía eléctrica que carga la batería compacta de alta tensión.



Cortesía de Lexus

MOTOR ELÉCTRICO TRASERO

Es el encargado de impulsar el eje trasero mediante energía eléctrica, (no existe eje de transmisión desde la parte delantera). Entrega una potencia de 68 Cv y un par instantáneo de 139 Nm.

El motor eléctrico trasero funciona de forma independiente y se activa cuando el dispositivo que controla la tracción lo considera necesario.

Funciona cuando existen pérdidas de tracción, en aceleraciones fuertes o cuando el control de estabilidad lo requiere para mantener la trayectoria.

El motor eléctrico trasero de alto rendimiento del RX 450h es un componente clave en el revolucionario sistema eléctrico de tracción integral E-FOUR. Este avanzado todo camino con sistema Lexus Hybrid Drive no dispone de un eje convencional que impulse las ruedas traseras. En su lugar, la tracción integral se realiza por medio de este motor eléctrico montado sobre el eje trasero que aporta energía eléctrica sólo cuando se necesita.

Este mismo motor eléctrico ejerce las funciones de generador secundario en las fases de deceleración y frenada para cargar la batería. Carece prácticamente de mantenimiento, funciona a tensión alterna de 650 voltios y puede girar hasta 10.500 r.p.m. En combinación con el motor térmico y el eléctrico delantero, proporcionan al vehículo una potencia total de 299Cv.

HÍBRIDO ENCHUFABLE GOLF GTE Y AUDI A3 e-TRON

El sistema electro-mecánico de ambos modelos es idéntico, incorporan un motor 1.4 TFSI de inyección directa de gasolina de 110 Kw y un motor eléctrico que proporciona 75 Kw de potencia. Los dos motores combinados desarrollan una potencia de 150 Kw y un par máximo de 350 Nm.

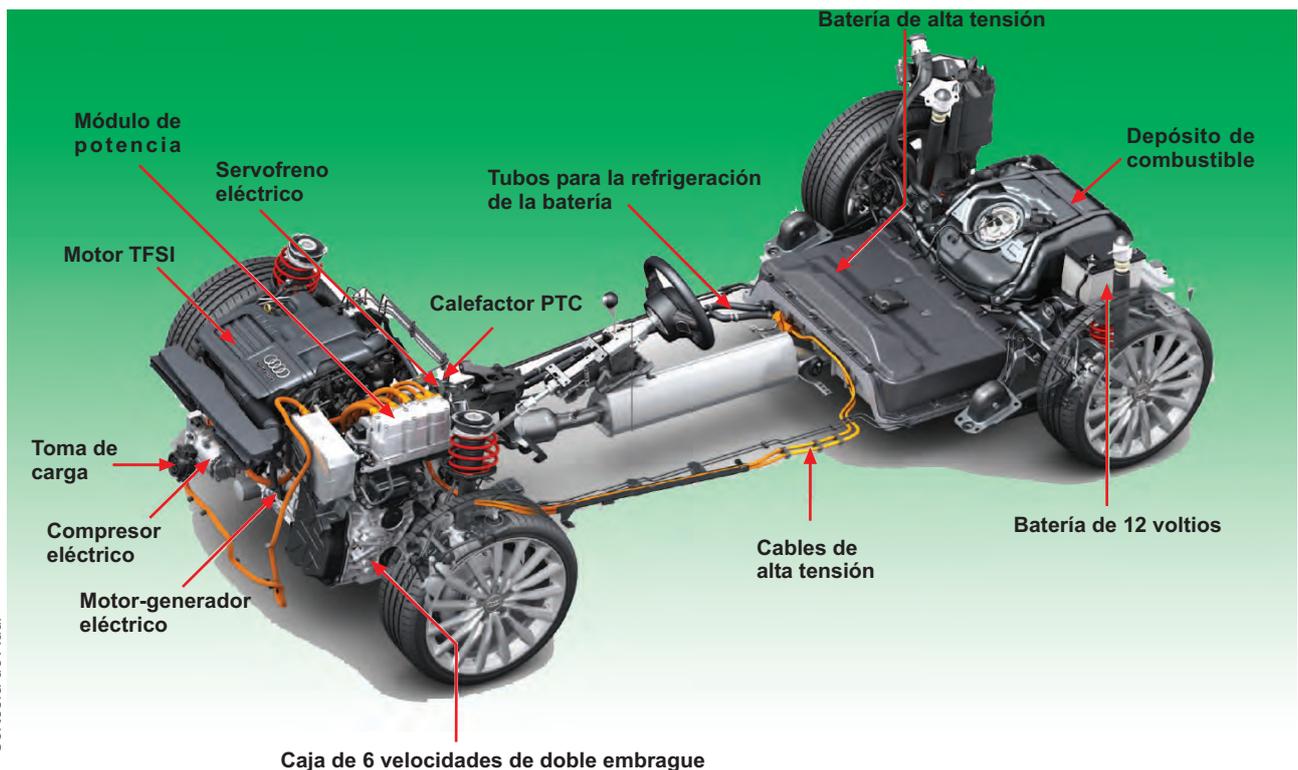
Permiten la conducción en modo 100% eléctrica con una autonomía de hasta 50 Km libres de emisiones contaminantes. En modo eléctrico, estos modelos pueden circular a una velocidad de hasta 130 Km/h.

Cortesía de Audi



COMPONENTES PRINCIPALES DEL HÍBRIDO ENCHUFABLE AUDI A3 e-TRON

Cortesía de Audi



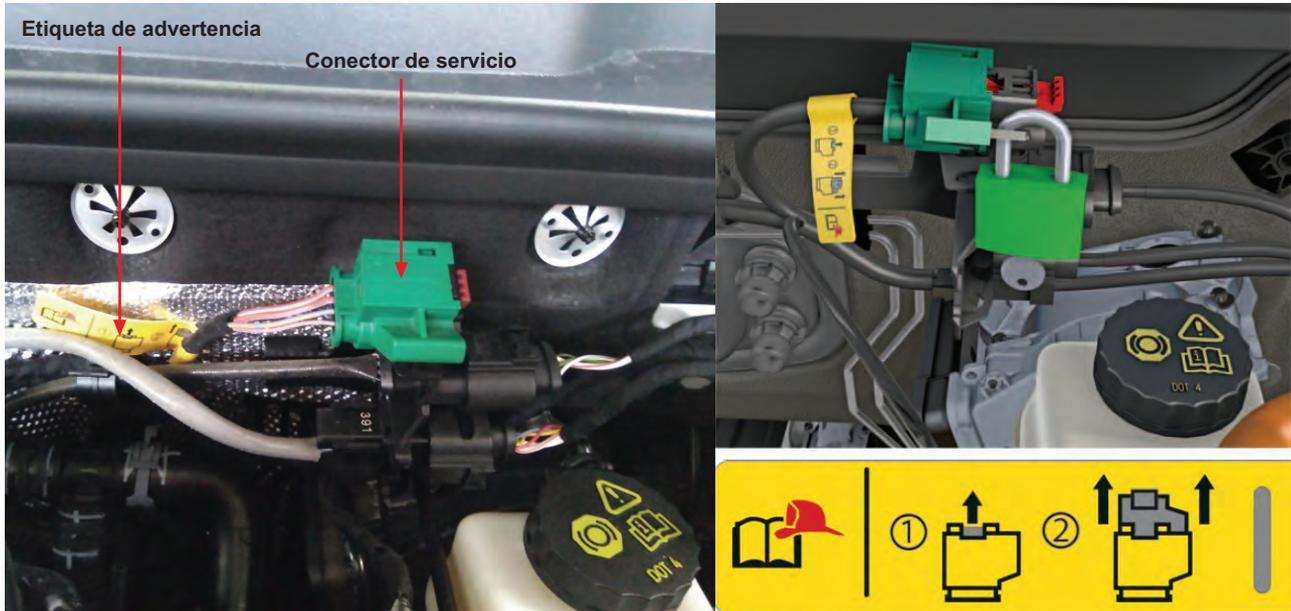
La oferta de vehículos híbridos enchufables y eléctricos 100% está creciendo a muy buen ritmo y permitirá adaptarse a las nuevas leyes anticontaminación y a las especificaciones relativas a la movilidad libre de emisiones en la ciudades.

Las normativas aprobadas por la Comunidad Económica Europea reducirá la media global de CO₂, de toda la flota de cada marca, de los 130 gramos por kilómetro establecidos en 2015 a 95 gramos por kilómetro de media para el 2021. Esto va a obligar a las marcas a invertir en tecnologías de vehículos híbridos enchufables y eléctricos puros.

No cumplir los objetivos dictados por la Comunidad Económica Europea supondrá importantes sanciones económicas para las marcas. Estas sanciones se cifran en 95 Euros por coche y por gramo de CO₂ que se exceda en la media de la flota. Esta es una razón de peso para que proliferen los vehículos que utilicen tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

DESCONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

DESCONEXIÓN MEDIANTE EL CONECTOR DE SERVICIO



Cortesía de Audi

VOLKSWAGEN

En estos modelos, la desconexión del sistema de alto voltaje no se realiza desacoplando el conector rojo situado en la batería de alto voltaje, ya que no dispone de este tipo de conector de servicio.

El sistema de desconexión es nuevo y diferente de los utilizados en modelos anteriores. Dispone de un conector de servicio de color verde situado en el compartimento motor. Este conector alimenta con 12 voltios a la Unidad de Control para la regulación de la batería (BMS) e indirectamente a los contactores de potencia de la batería de alto voltaje. También forma parte de la línea de seguridad.

Para abrir el conector de servicio, hay que desbloquear el sistema de seguridad y estirar de la zona de color negro. Una vez abierto, hay que colocar un candado de seguridad para evitar la conexión accidental por cualquier operario.

Una vez abierto, se corta la línea de seguridad y se interrumpe la alimentación del circuito de control de 12 voltios para los contactores de potencia del positivo y del negativo de la batería de alta tensión.

El conector de servicio se utiliza para establecer el estado sin tensión del sistema de alto voltaje. Para realizar la apertura y el establecimiento sin tensión de forma profesionalmente correcta, es necesario entrar con máquina de diagnóstico y seguir los pasos indicados.

Una vez desconectado, se puede verificar el estado sin tensión a través de diagnóstico. En el cuadro de instrumentos sale una indicación de desconexión del sistema de alto voltaje.

No obstante antes de manipular cualquier componente de alta tensión, es imprescindible verificar manualmente con el instrumental de seguridad adecuado la ausencia de tensión en el módulo electrónico de potencia y señalar el estado sin tensión del vehículo.

COMPROVACIÓN DE AUSENCIA DE TENSIÓN MANUAL Y MEDIANTE DIAGNÓSTICO



Cortesía de Volkswagen