

DESCARGUE GRATIS CD CON MANUALES DE VEHÍCULOS COMERCIALES

Club **SABER.** **ELECTRÓNICA**



Nº DE COLECCION 172 - Rep. Argentina: \$129 - México: \$99MN - Otros Países: US\$ 8

Autos Eléctricos



Conozca las razones por las que estos vehículos son los automóviles del futuro.

Características, Composición y Funcionamiento



Sistema de Frenos Regenerativos
Los Sistemas de Accionamiento y Control
Los Motores de Inducción
La Unidad Electrónica de Control
Las Baterías Genéricas
Las Baterías de Ion-Litio
Las Baterías de Alta Tensión
Sistemas de Recarga
Los Motores Eléctricos en los Automóviles Híbridos



Fabrica tus PCBs con los expertos



30 años
AG
Electrónica S.A. de C.V.

 /AGElectronicaMexico  @oficial__AG

www.agelectronica.com

N° 172

Director de la Colección Club Saber Electrónica
Ing. Horacio D. Vallejo

Jefe de Redacción
Luis Horacio Rodríguez

Club Saber Electrónica es una publicación de Saber Internacional SA de CV de México y Editorial Quark SRL de Argentina

Editor Responsable en Argentina y México: Ing. Horacio D. Vallejo

Administración México:
Patricia Rivero Rivero

Comercio Exterior México:
Margarita Rivero Rivero

Director Club Saber Electrónica:
Federico Vallejo

Responsable de Atención al Lector:
Alejandro A. Vallejo

Coordinador Internacional
Luis Alberto Castro Regalado

Publicidad
Argentina: 4206-1742
México: 5839-5277

Internet: www.webelectronica.com.ar
Web Manager: Pablo Ábalos

Club Saber Electrónica. Fecha de publicación: febrero 2020. Publicación mensual editada y publicada por Editorial Quark, Herrera 761 (1295) Capital Federal, Argentina (005411-43018804), en conjunto con Saber Internacional SA de CV, Av. Moctezuma N° 2, Col. Sta. Agueda, Ecatepec de Morelos, México (005255-58395277), con Certificado de Licitud del título (en trámite). Distribución en México: REI SA de CV. **Distribución en Argentina:** Capital: Carlos Cancellaro e Hijos SH, Gutenberg 3258 - Cap. 4301-4942 - Interior: DISA - Distribución en **Uruguay:** Rodesol SA Ciudadela 1416 - Montevideo, 901-1184 - La Editorial no se responsabiliza por el contenido de las notas firmadas. Todos los productos o marcas que se mencionan son a los efectos de prestar un servicio al lector, y no entrañan responsabilidad de nuestra parte. Está prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta revista, así como la industrialización y/o comercialización de los aparatos o ideas que aparecen en los mencionados textos, bajo pena de sanciones legales, salvo mediante autorización por escrito de la Editorial.

Revista Club Saber Electrónica,
ISSN: 1668-6004

AUTOS ELECTRICOS

Bien, amigos de Saber Electrónica, nos encontramos nuevamente en las páginas de nuestra colección predilecta, para compartir las novedades del mundo de la electrónica.

Los coches eléctricos son vehículos impulsados por un motor alimentado por baterías recargables. Su historia comienza a mediados del siglo XIX, donde tuvieron gran popularidad gracias a su simplicidad, fiabilidad, suavidad, no tener marchas, no hacer ruido, ser veloces, tener buena autonomía para la época y el coste de estos coches era soportable.

Los coches eléctricos siguieron teniendo gran popularidad hasta principios del siglo XX, donde se inventó el motor de arranque y las líneas producción en masa, la gasolina alcanzó un buen precio y se empezaron a abrir carreteras al tráfico por lo que la autonomía pasó a ser una característica muy valorada y los coches de gasolina acabaron ganando el pulso a los coches eléctricos. En estos últimos años la subida de los precios del petróleo y la consciencia ecológica han hecho resurgir los coches eléctricos. Y es que este tipo de automóviles tienen además ciertas ventajas sobre los demás coches, que vamos a detallar a continuación:

- **Eficiencia energética:** Los coches eléctricos convierten alrededor del 59-62% de la energía eléctrica a la tracción de las ruedas, mientras los coches de gasolina convencionales sólo convierten unos 17-21% de la energía almacenada en la gasolina.
- **Respetuosos con el medio ambiente:** Los vehículos eléctricos no emiten gases contaminantes por el tubo de escape, aunque las centrales eléctricas sí que pueden emitirlos. La electricidad de origen nuclear, hidroeléctrica, solar o eólica no producen gases contaminantes del aire.
- **Ventajas de rendimiento:** Los coches eléctricos proporcionan un funcionamiento silencioso y suave, tienen una fuerte aceleración y requieren menos mantenimiento que los motores de combustión interna.
- **Reducir la dependencia energética:** La electricidad es una fuente de energía doméstica.

Sin embargo, los coches eléctricos se enfrentan a importantes retos relacionados con la batería:

- **Autonomía.** La mayoría de los coches eléctricos sólo pueden hacer unos 200 km sin recargar las baterías.

SUMARIO

- *Tiempo de carga: La carga total de la batería puede tardar de 4 a 8 horas. Incluso una «carga rápida» al 80% de capacidad puede tardar unos 30 minutos.*
- *Coste de la batería: Las baterías de estos coches son caras y pueden necesitar ser sustituidas cuando están dañadas.*
- *Peso y espacio: Las baterías son pesadas y ocupan un espacio considerable en los vehículos eléctricos.*

En este momento los investigadores están trabajando para mejorar la tecnología de las baterías y así aumentar la autonomía y reducir el tiempo de carga, peso y coste, por lo que los coches eléctricos tomarán ventaja en los próximos años. En la actualidad cada poco tiempo están apareciendo más modelos de vehículos eléctricos y cada vez más avanzados y más baratos.

Otra cosa a tener en cuenta son las ayudas a la adquisición de coches eléctricos, pudiendo conseguir buenos descuentos en estos momentos para obtener este tipo de vehículos. Además, en estos momentos se están instalando puntos de recargas eléctricas rápidas en las principales ciudades, por lo que se están dando facilidades a uso de vehículos eléctricos. Por supuesto también puedes beneficiarte del plan PIVE para la adquisición de este tipo de vehículos.

Por último, comentar que para obtener financiación para la adquisición de coches eléctricos es posible a través de préstamos personales, créditos rápidos o préstamos de consumo para la adquisición de vehículos. En este texto resumimos los artículos publicados en Saber Electrónica sobre el funcionamiento y composición de los autos eléctricos

Ing. Horacio D. Vallejo

CONTENIDO

Sistema de Frenos RegenerativoS en Autos Eléctricos	5
Los Sistemas de Accionamiento y Control de Autos Eléctricos	11
Los Motores de Inducción de los Autos Eléctricos	21
La Unidad Electrónica de Control de los Autos Eléctricos	33
Las Baterías de los Autos Eléctricos	39
Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos	47
Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos en los Vehículos Comerciales	55
Las Baterías de Alta Tensión de los Autos Eléctricos: Monitoreo	63
Las Baterías de Alta Tensión de los Autos Eléctricos: Recarga	73
Los Motores Eléctricos en los Automóviles Híbridos	85



SISTEMA DE FRENOS REGENERATIVOS EN AUTOS ELÉCTRICOS

Un freno regenerativo o KERS (en inglés kinetic energy recovery system, «sistema de recuperación de energía cinética») es un dispositivo que permite reducir la velocidad de un vehículo transformando parte de su energía cinética en energía eléctrica. Esta energía eléctrica es almacenada para un uso futuro.

El freno regenerativo en autos eléctricos alimenta la fuente de energía del mismo. En vehículos de baterías y vehículos híbridos, la energía se almacena en un banco de baterías o un banco de capacitores para un uso posterior.

El freno regenerativo es un tipo de freno dinámico. Otro tipo de freno dinámico es el freno reostático, mediante el cual la energía eléctrica generada en la frenada es disipada en forma de calor.

El frenado tradicional, basado en la fricción, se sigue usando junto con el regenerativo por las siguientes razones:

El frenado regenerativo no reduce de manera efectiva la velocidad a niveles bajos.

La cantidad de energía a disipar está limitada a la capacidad de absorción de ésta por parte del sistema de energía, o el estado de carga de las baterías o los capacitores. Un efecto no regenerativo puede ocurrir si otro vehículo conectado a la red suministradora de energía no la consume o si las baterías o capacitores están cargados completamente. Por esta razón es necesario contar con un freno reostático que absorba el exceso de energía.

“Aficionados a la Mecánica” es la web que sustituye a la antigua pagina: “mecanicavirtual.org”. Nuestra única intención al publicar esta pagina es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web esta dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene animo de lucro, por eso no hay publicidad.

www.aficionadosalamecanica.com

Sistema de frenado regenerativo

El sistema de frenado convencional de un vehículo con motor de combustión interna se basa en la generación de una presión (hidráulica o neumática) por medio de un pedal de freno accionado por el conductor. Este sistema, denominado freno mecánico, está formado, entre otros componentes, por dispositivos de frenado como el freno de disco o el freno de tambor que reducen la velocidad de rotación de las ruedas y, por tanto, la del vehículo. Ambos dispositivos de frenado transforman parte de la energía cinética del vehículo en energía térmica (calor). Esto es debido a que durante el proceso de frenado el disco o tambor (según sea el sistema empleado) gira solidario con la rueda del vehículo y parte de la energía cinética del vehículo se transforma en calor. Por tanto, hay una cierta cantidad de energía que no se está utilizando.

Los vehículos eléctricos utilizan como medio de tracción motores eléctricos, que también pueden funcionar como generador de energía eléctrica. Al actuar el motor eléctrico como generador, parte de la energía mecánica se transforma en energía eléctrica, la cual es introducida en la batería. Por todo ello, a este sistema se le denomina sistema de "frenado regenerativo" pues reduce la velocidad del vehículo y recupera parte de la energía cinética del mismo almacenándola en las baterías. Sin embargo, además del frenado regenerativo, el vehículo eléctrico dispone de un sistema de frenado mecánico similar al de un vehículo de motor de combustión interna ya que el frenado regenerativo no es capaz de proporcionar toda la fuerza de frenado requerida. Debido a que es necesario gestionar ambos sistemas de frenado, el conjunto del sistema de frenado presenta una cierta complejidad. Cabe destacar que el sistema de frenado regenerativo también está íntimamente ligado a la gestión del control de las baterías, ya que cuando la batería está completamente cargada no puede recibir energía del frenado regenerativo y es el sistema de frenos mecánico el que actúa. Además, el frenado regenerativo tiene lugar únicamente en el eje motriz, es decir, en el eje del vehículo que dispone del motor eléctrico.

Ambos sistemas de frenado, el mecánico y el regenerativo, deben ser gestionados para determinar qué proporción de la fuerza de frenado es aplicada por el sistema regenerativo y qué proporción de dicha fuerza es aplicada por el freno mecánico, de modo que se maximice la recuperación de energía y que se cumplan los requisitos de seguridad de un sistema de frenos. Las exigencias de un sistema de frenos son:

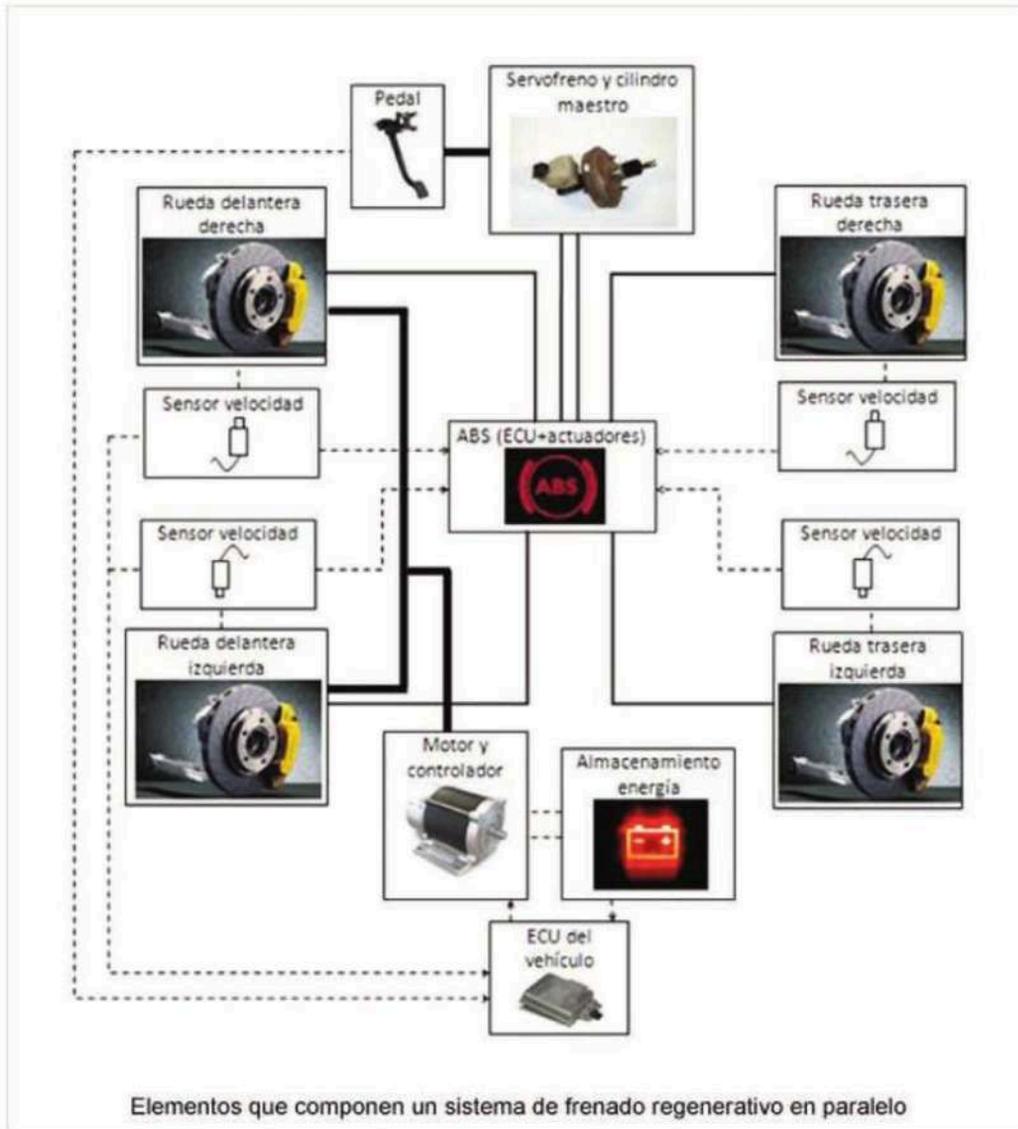
- **Eficacia:** El sistema de frenos ha de ser capaz de detener el vehículo en un tiempo y distancia mínimo cuando el conductor acciona el pedal del freno con una fuerza que no debe sobrepasar un determinado valor.
- **Estabilidad:** Durante el proceso de frenada el vehículo debe conservar la trayectoria de forma que no se produzcan desviaciones del vehículo que obliguen al conductor a corregir la trayectoria con el volante.
- **Ergonomía:** El accionamiento del pedal debe ajustarse a unos criterios que permitan al conductor pisar el pedal del freno con una fuerza pequeña, un funcionamiento progresivo y un recorrido del pedal determinado.

Analizados los principios de funcionamiento de ambos sistemas de frenado, a continuación se describen las diferentes estrategias de control de ambos sistemas de frenado. Principalmente, se pueden distinguir dos tipos de estrategias de la gestión de la fuerza de frenado entre el frenado regenerativo y el mecánico:

Frenado paralelo

Se caracteriza por ser el sistema más simple y más parecido al sistema de frenos convencional. El sistema de frenado paralelo está formado por un servofreno y un cilindro maestro, pudiendo incluir o no un sistema ABS. Además, dispone de freno de disco o de tambor y de un controlador que regula el motor eléctrico para que proporcione una fuerza de frenado en el eje delantero, determinada en función de la posición del pedal del freno y de la velocidad del vehículo. El sistema de frenado paralelo toma su nombre del hecho de que la fuerza de frenado proporcionada por el motor eléctrico se regula mediante el controlador del vehículo mientras que la fuerza de frenado mecánica (hidráulica o neumática) es regulada por el pedal del freno. Instantes antes de que se produzca el bloqueo, el sistema ABS actúa sobre el freno mecánico. En la Figura 29 se muestra la disposición de los elementos en un sistema de frenado paralelo.

Frenos Regenerativos



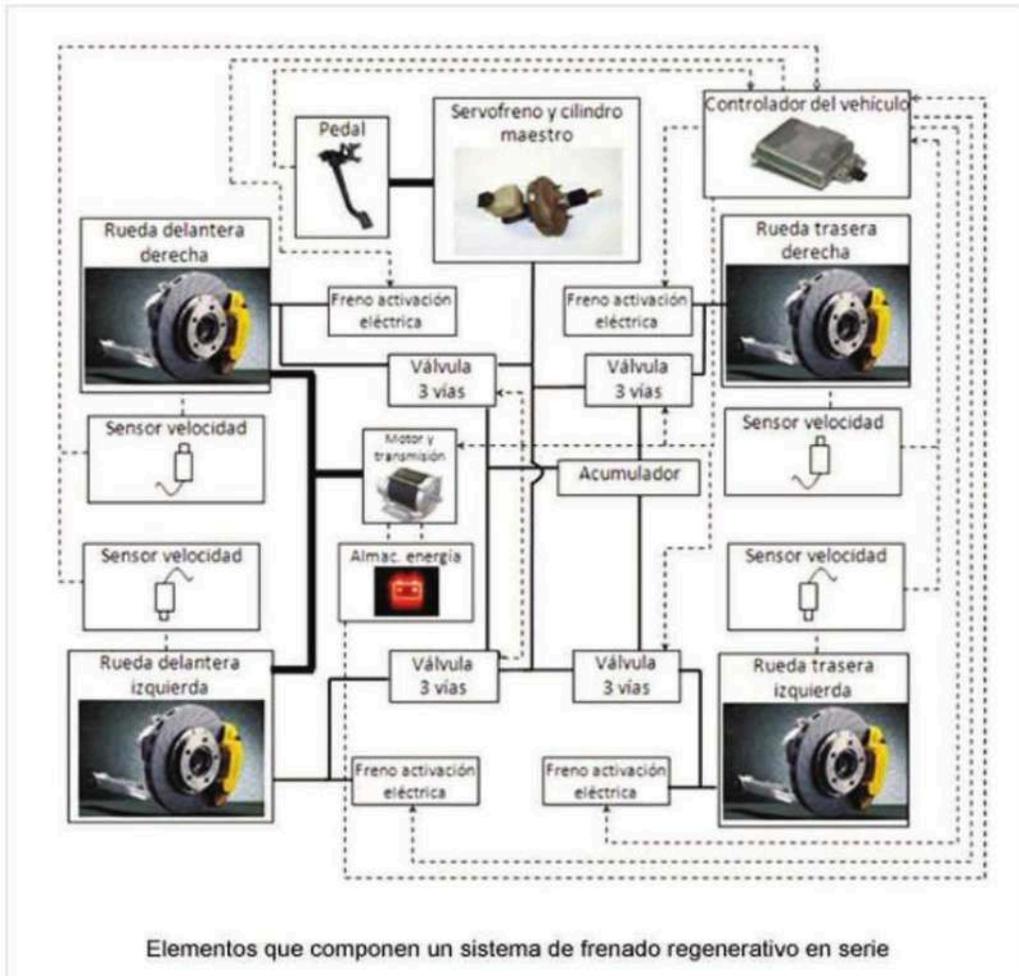
Dentro del sistema de frenado paralelo se pueden seguir dos estrategias diferentes:

- Relación entre las fuerzas de frenado delantera y trasera fijas: Para velocidades bajas, por debajo de los 15 km/h, el frenado se lleva a cabo por el freno mecánico, ya que la velocidad de las ruedas es muy pequeña y la fuerza electromotriz también lo es, por lo que el frenado regenerativo no funciona. Sin embargo, cuando la velocidad está por encima de los 15 km/h e inferior a una deceleración de 0,15g toda la fuerza de frenado es aplicada por el freno regenerativo. Cuando la deceleración requerida es superior a 0,15g, el sistema de frenado regenerativo y el mecánico actúan conjuntamente para detener el vehículo. La fuerza de frenado total del vehículo debe estar por encima de la establecida en los reglamento ECE.
- Maximizando la energía recuperada: Este tipo de estrategia se basa en que el eje delantero aplique la máxima fuerza de frenado posible cumpliendo el reglamento correspondiente.

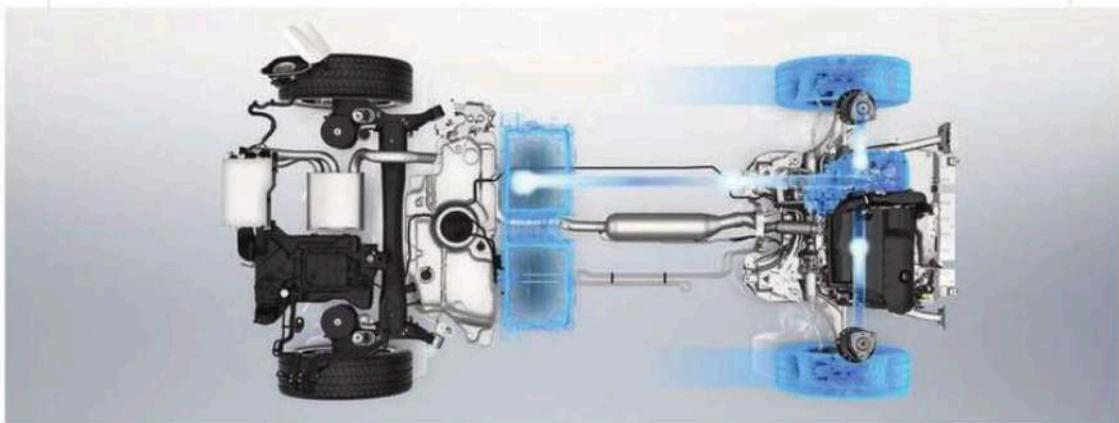
Frenado serie

Este tipo de frenado permite controlar la fuerza de frenado en cada rueda de forma independiente. El sistema está formado por un pedal de freno, cilindro maestro, unidad de control, sensor de velocidad de rueda, freno eléctrico por rueda y freno de disco, tal y como se observa en la Figura inferior.

La mayor dificultad de este sistema es controlar y gestionar la fuerza de frenado mecánica y la proporcionada por el freno eléctrico y maximizar la recuperación de la energía de frenado.



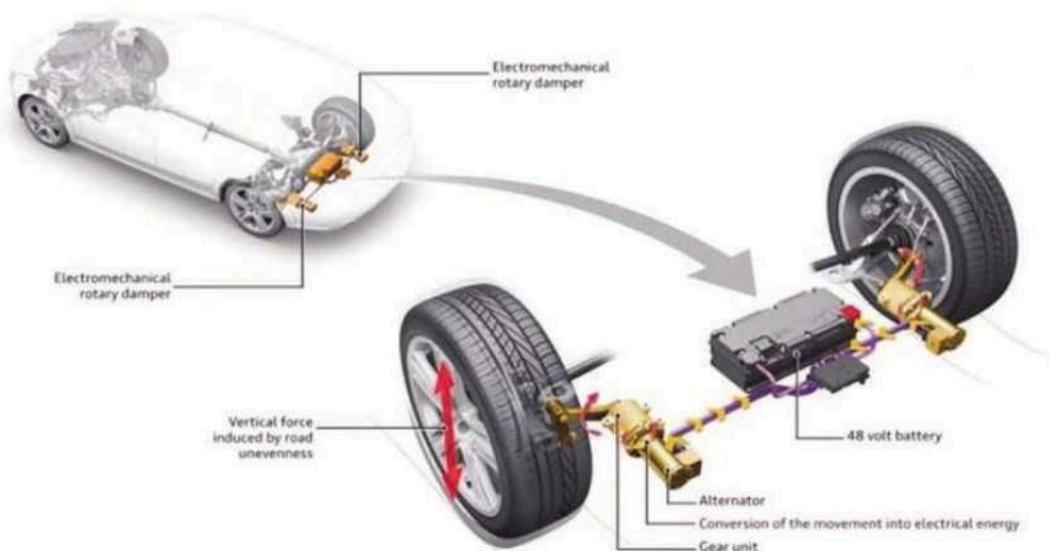
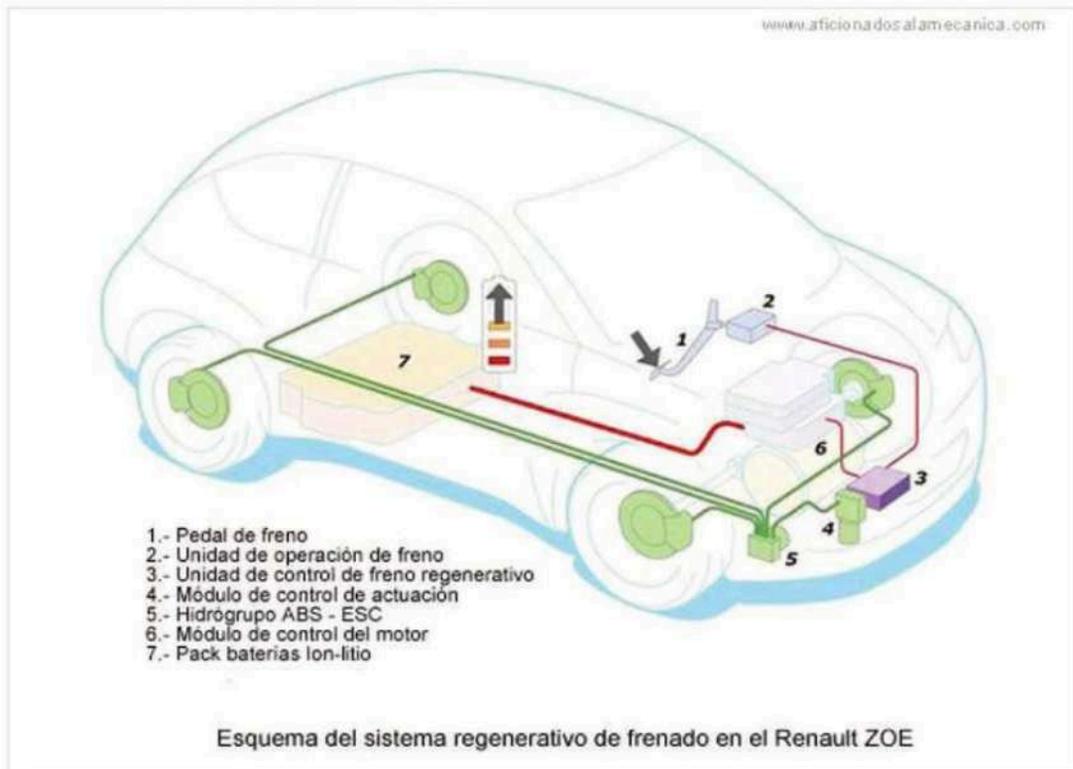
Elementos que componen un sistema de frenado regenerativo en serie



Frenos Regenerativos

Ejemplo del sistema regenerativo de frenado en el Renault ZOE (figura inferior)

A diferencia de un coche convencional, el pedal de freno no actúa sobre el circuito hidráulico, sino sobre una centralita (2) y otra (3) que decide cuánto y cómo frenar. Ante solicitudes moderadas, pone al motor "a contracorriente" a regenerar energía y la encamina a la batería (con lo que únicamente frenan las ruedas delanteras). Para las frenadas intensas, aplica presión hidráulica a cada freno, de forma convencional (sigue teniendo los habituales ESP, ABS, etc)



NUEVO:

Osciloscopio de 2 Entradas

Para PC x USB

Téngalo con el **MEJOR Mega Pack de SERVICE:**

Total Service
de Luxe



Ofrecemos el Mega Mack
TÉCNICO REPARADOR

Sea uno de los 10 primeros y lleve todo el pack a un precio IMPOSIBLE!

TODO PARA EL SERVICE:

TV - AUDIO - PC - AUTO CAR- CELULARES - ALARMAS - INVERTERS

AIRE ACODICIONADO - HELADERAS - MICROONDAS - LAVARROPAS

Cursos, Guías, Vidos, Diagramas y Manuales y más

El más completo paquete educativo, con instrumentos para servicio express y materiales para realizar prácticas que enseña el funcionamiento, el mantenimiento, la instalación y la reparación de todas los equipos electrónicos ya sean pantallas planas, equipos de audio, sistemas de computo y hasta los aparatos del hogar que conforman la denominada "línea blanca" YA SEA CONVENCIONALES O INVERTERS.

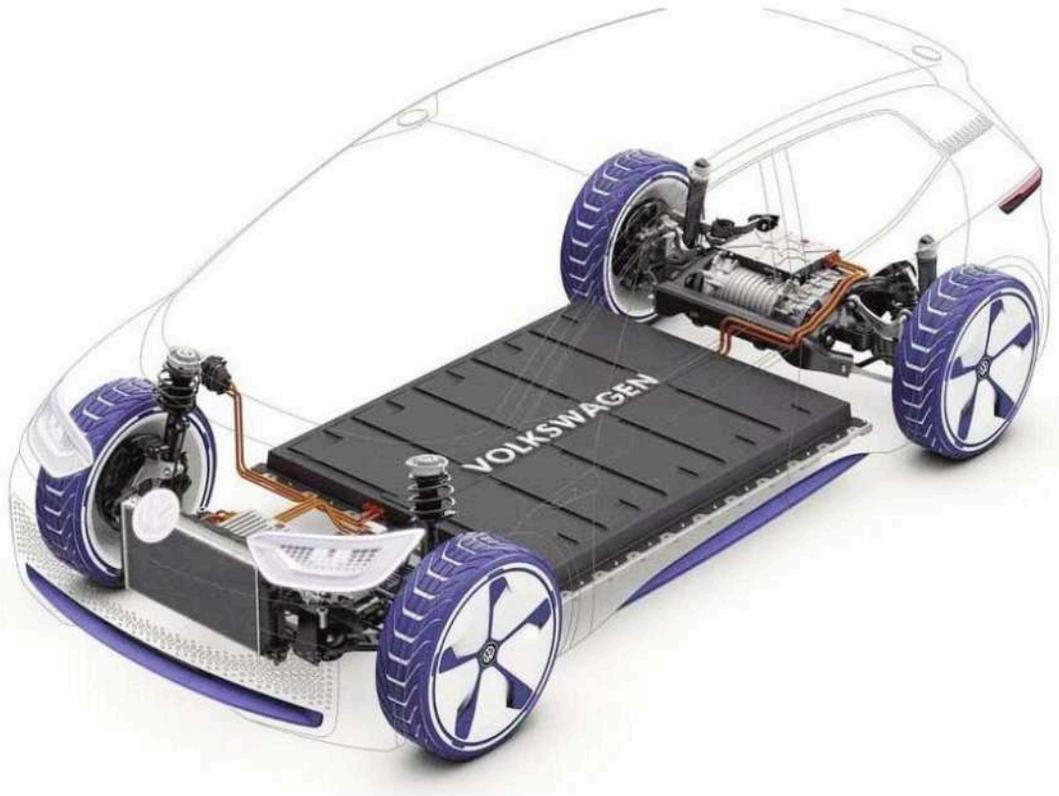
Contiene gran cantidad de videos para facilitar el aprendizaje, también manuales profesionales de servicio, guías de reparación y mucho más...



Precio normal \$2940 ó 110 dólares.

Sólo por 48 Hs. y si es uno de los primeros 10 interesados, **con osciloscopio de 2 entradas** sólo paga:

\$1149 {Arg.} ó **\$949** {Mx} ó **u\$s60** {si es de otra país}



LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE AUTOS ELÉCTRICOS

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores.

"Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua pagina: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta pagina es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web esta dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene animo de lucro, por eso no hay publicidad.

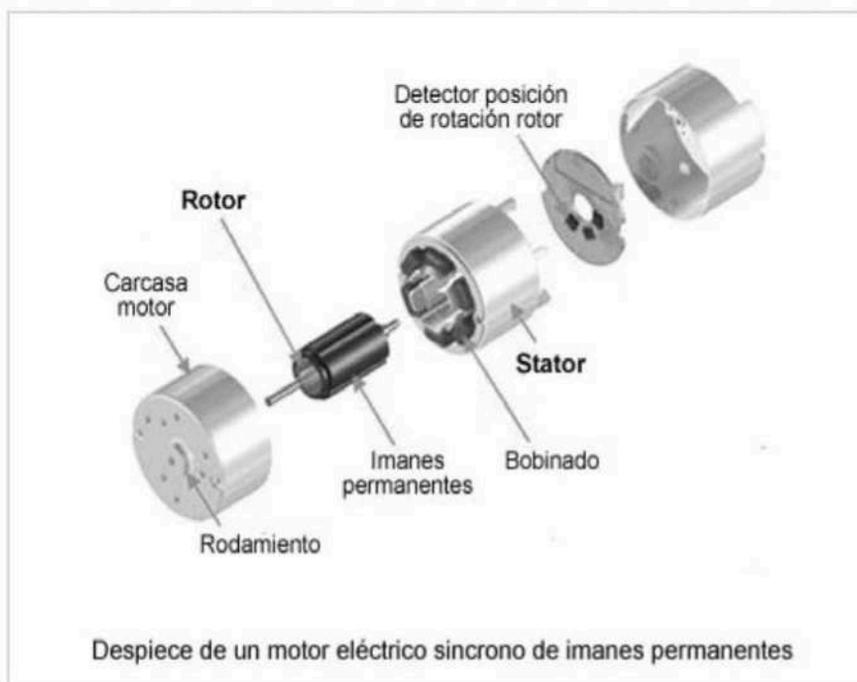
www.aficionadosalamecanica.com

Sistemas de accionamiento y control de un coche eléctrico

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a la ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

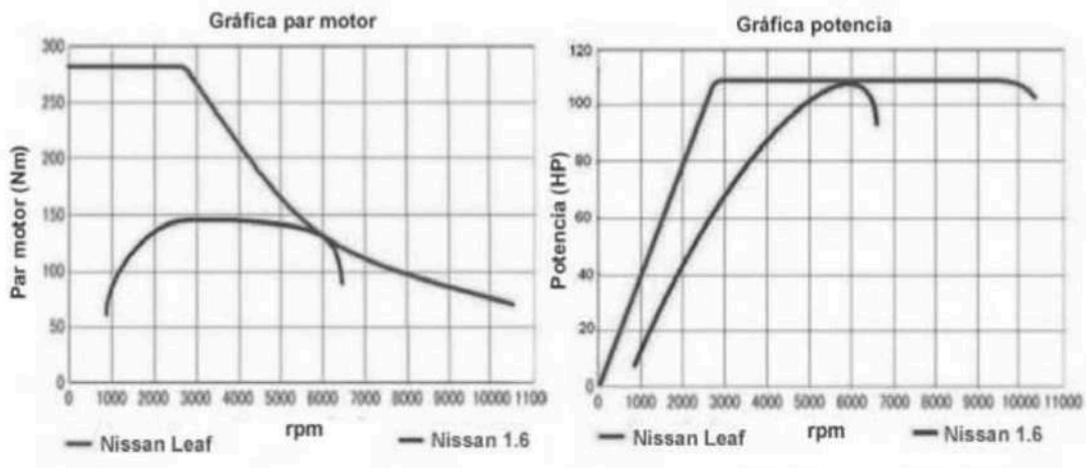


La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores.





Los motores eléctricos presentan curvas características que se aproximan bastante a la curva ideal requerida en tracción, es decir, una entrega de potencia constante en todo el rango de velocidades lo que proporciona pares elevados a bajas velocidades de giro y pares reducidos a altas velocidades de giro. Es por este motivo por lo que un vehículo eléctrico no necesita caja de cambios. La Figura inferior muestra la curva característica de par y potencia, comparando un motor eléctrico con un motor térmico. A bajas velocidades, el motor eléctrico proporciona un par máximo y constante (zona de par constante) hasta su velocidad nominal. Una vez que el motor eléctrico alcanza dicha velocidad, el par se reduce proporcionalmente con la velocidad manteniendo la potencia constante (zona de potencia constante).



Ventajas del motor eléctrico en automóviles:

- Un motor eléctrico no quema combustibles durante su uso, por lo que no emite gases a la atmósfera.
- Un motor eléctrico producido en serie es más compacto, más barato y mucho más simple que un motor de combustión interna. No necesita circuito de refrigeración, ni aceite, ni demasiado mantenimiento.
- Prácticamente no hace ruido al funcionar y sus vibraciones son imperceptibles.
- Funciona a pleno rendimiento sin necesidad de variar su temperatura. Al no tener elementos oscilantes, no necesita volantes de inercia ni sujeciones espaciales que lo aislen del resto del coche. Al generar poco calor y no sufrir vibraciones su duración puede ser muy elevada.
- Un motor eléctrico no necesita cambio de marchas, exceptuando un mecanismo para distinguir avance o retroceso, que bien puede ser simplificado con la inversión de polaridad del propio motor.
- Teóricamente un motor eléctrico puede desarrollar un par máximo desde 0 r.p.m., por lo que hace posible arrancar desde cero con una velocidad máxima.
- Una vez que se elimina la caja de cambios y la refrigeración, se abre la posibilidad de descentralizar la generación de movimiento, situando un pequeño motor en cada rueda en lugar de uno "central" acoplado a una transmisión. Lo que puede suponer una nueva distribución del espacio del coche.
- En cuanto a la eficiencia del motor eléctrico, ésta se sitúa alrededor del 90%. Por limitaciones termodinámicas un motor diesel se situaría en eficiencias de hasta un 40%, siendo éste superior a su vez a la eficiencia de un motor de gasolina.
- Resulta sencillo recuperar la energía de las frenadas y bajadas de pendientes (o parte de ella) para recargar las baterías, porque un motor eléctrico puede ser también un generador eléctrico.

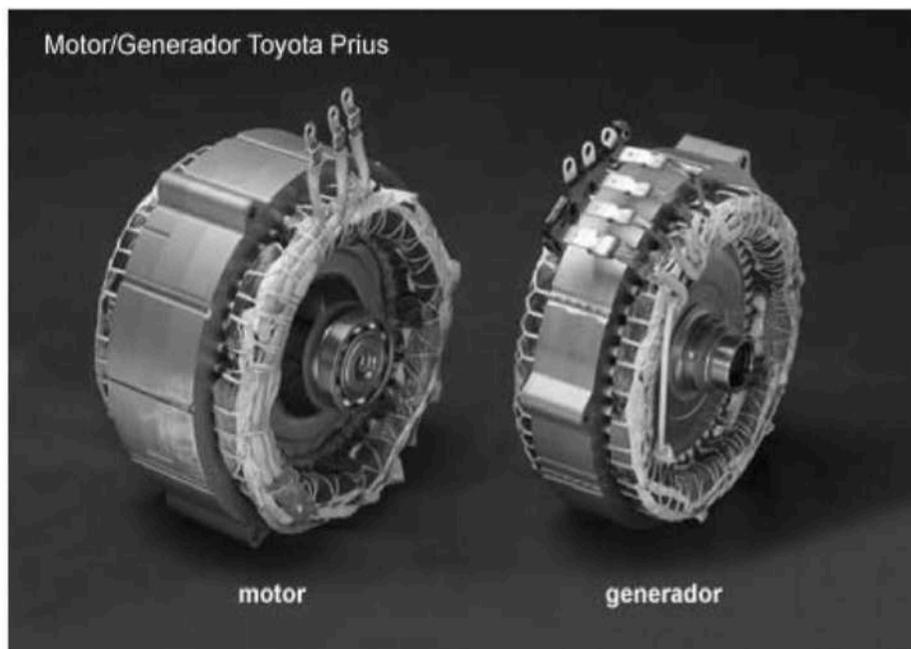
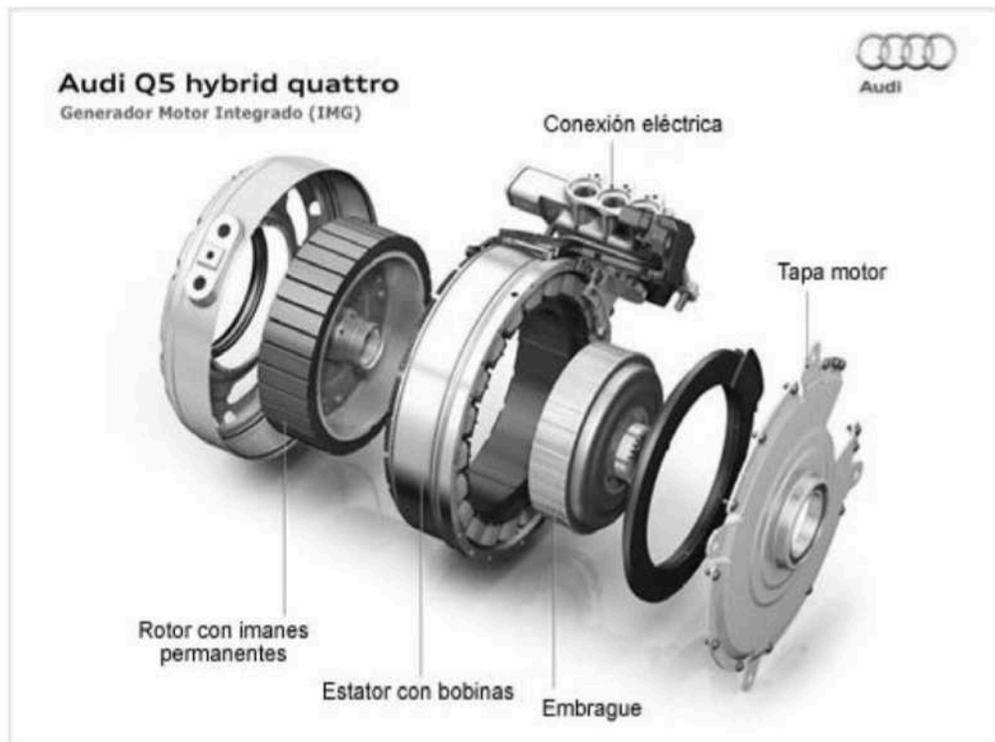
Los motores eléctricos más comúnmente utilizados para entregar potencia a un vehículo eléctrico son:

- el motor de corriente continua,
- el motor síncrono de imanes permanentes,
- el motor asíncrono o de inducción,
- motor de flujo axial.
- el motor de reluctancia variable.

De estos tipos de motores los mas usados actualmente son los motores sincronicos de imanes permanentes y los motores asincronicos o de inducción. Los vehículos híbridos utilizan en su mayoría el motor sincrono de imanes permanentes, como se puede ver en la figura inferior. Los vehículos eléctricos utilizan tanto motores sincronicos de imanes permanentes (ejemplo Nissan Leaf, Renault Zoe, Mitsubishi I-MiEV y sus equivalentes: Citröen C-Zero, Peugeot iOn) como motores asincronicos o de inducción (ejemplo Tesla Model S).

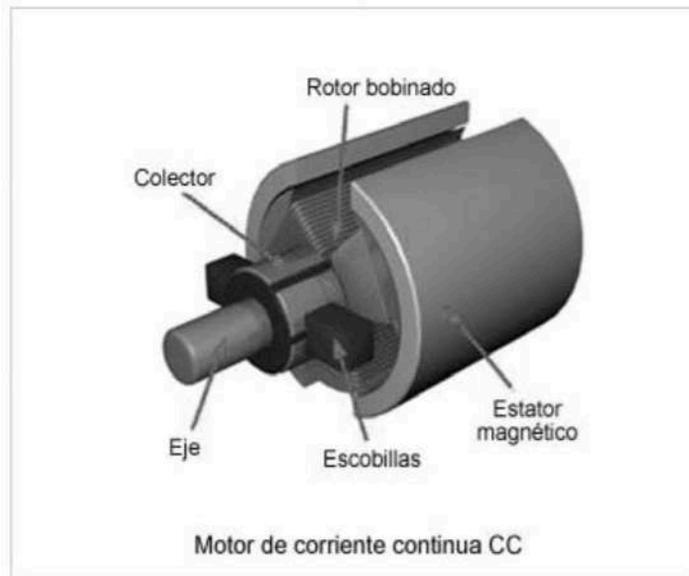


Ejemplos de motores eléctricos utilizados en vehículos, híbridos en este caso

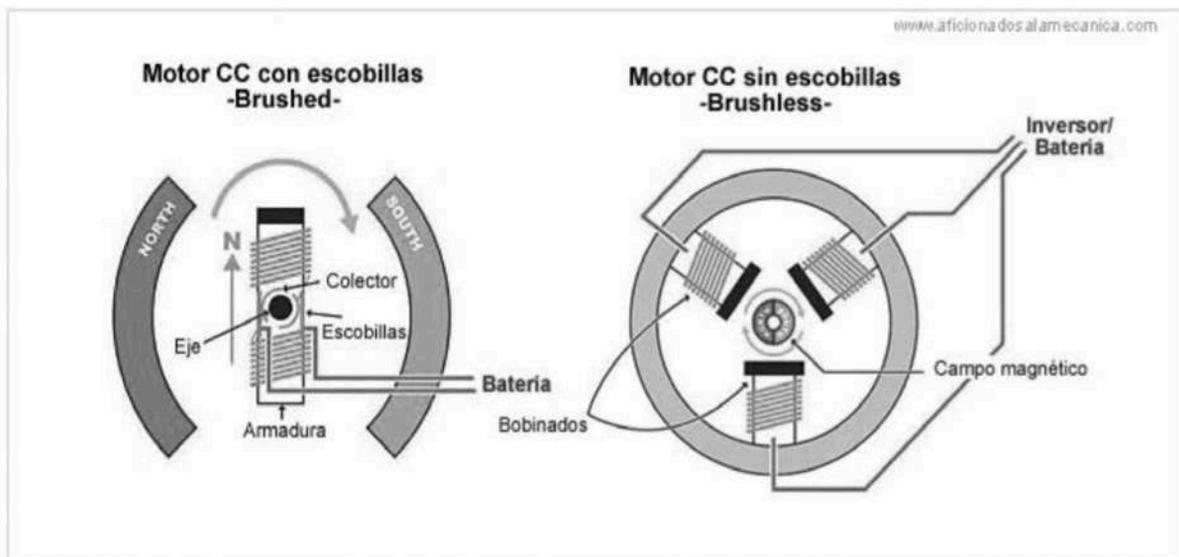


Motores de corriente continua

Los motores de corriente continua CC fueron los primeros tipos de motores que se utilizaron para la tracción de vehículos eléctricos, sin embargo, actualmente han sido sustituidos, en la mayoría de los casos, por los motores de corriente alterna por las ventajas que estos últimos presentan con respecto a los primeros (menor coste de fabricación y de mantenimiento). La ventaja de estos motores es lo fácil que se controlan, donde con solo un reostato y unos contactores, servían para controlar la velocidad del vehículo sin tener que recurrir a la electrónica. Electrónica que todavía no se había inventado en los primeros coches eléctricos.

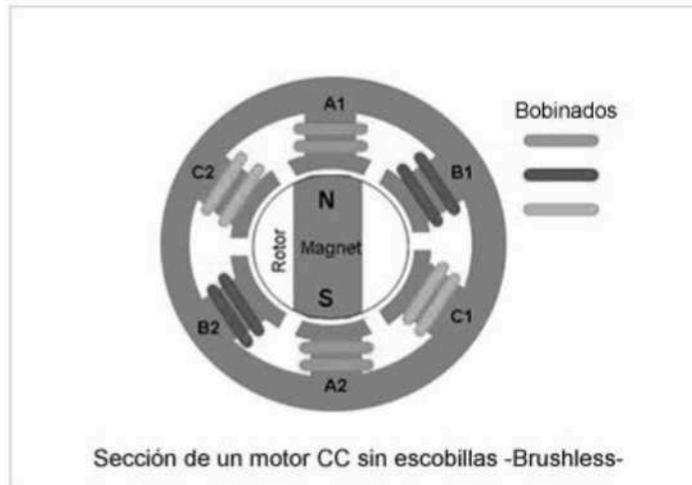


Existe otra variante de motores de corriente continua que son los motores de corriente continua sin escobillas o "brushless", también conocidos como BLDC (**B**rush**L**ess **D**irect **C**urrent), que los hace más atractivos para su utilización en vehículos eléctricos. Su funcionamiento es muy parecido al del motor síncrono de imanes permanentes, pero con la diferencia de que el sistema electrónico es considerado parte del motor.

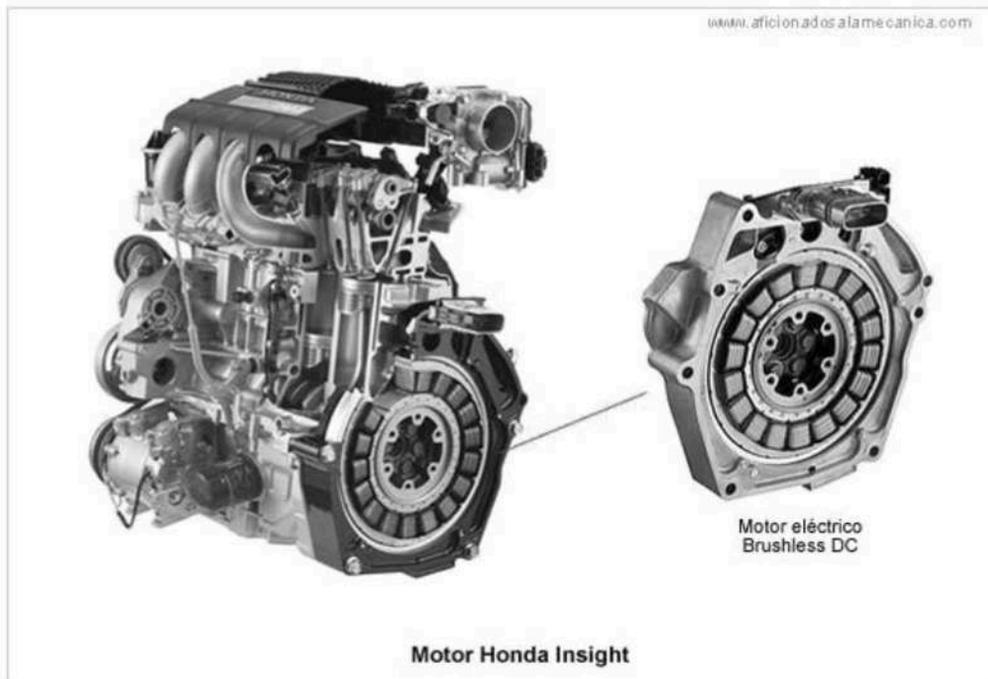


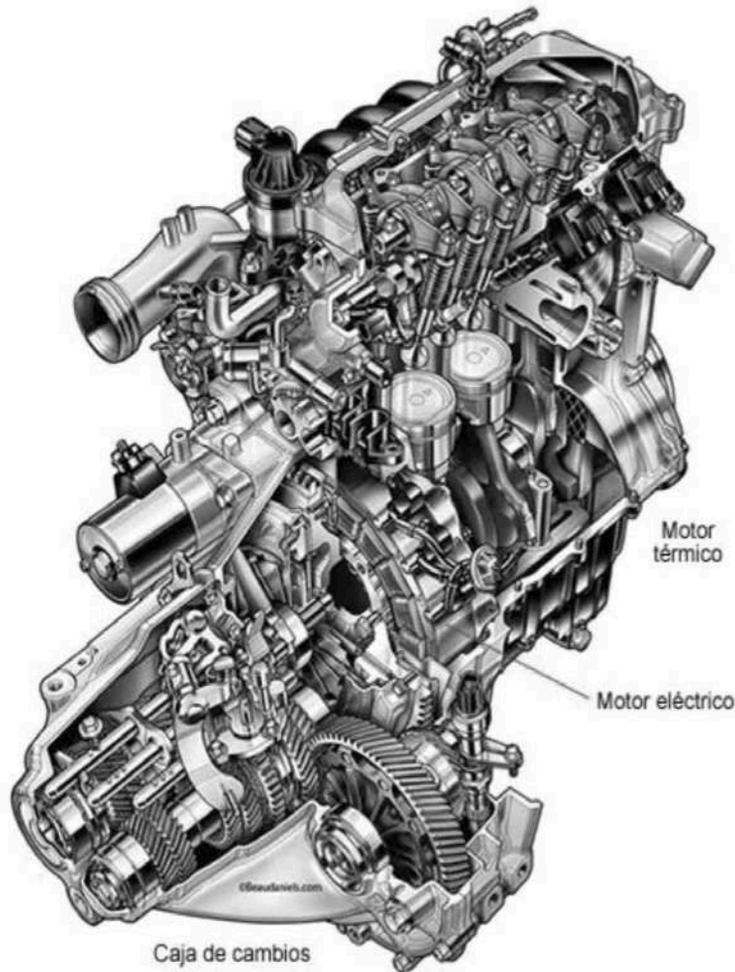
El funcionamiento de estos motores es similar a otros motores eléctricos de imanes permanentes. Al energizar una bobina, esta crea un campo magnético. El rotor que tiene un campo magnético constante, detecta la variación y tiende a alinear el campo creado por el estator y el propio haciendo girar el rotor ya que es la parte móvil del motor.

Para lograr que el rotor siga girando, antes de que se alinee por completo la bobina energizada con el rotor, se energiza la bobina que le sigue y a la anterior se la deja de alimentar. Esto provoca que el campo magnético del rotor siga al campo magnético del estator, que va variando en el tiempo, haciendo que el rotor gire.



Un ejemplo de la utilización del motor Brushless DC, lo tenemos en el vehículo híbrido Honda Insight. Este híbrido utiliza un motor eléctrico (10 kW - 78 Nm) ultra delgado situado entre el motor térmico y la caja de cambios, como se puede ver en la figura inferior.





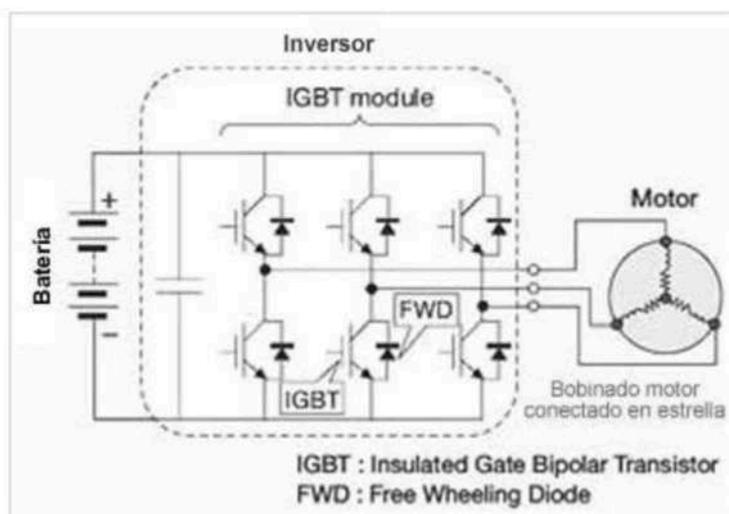
Motores síncronos de imanes permanentes

Un motor síncrono es una máquina eléctrica que se caracteriza porque el rotor está magnetizado y gira a la misma velocidad que el campo magnético rotativo.

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

donde "f" es la frecuencia de la red de corriente alterna a la que está conectada el motor, en hertzios (Hz), y "p" es el número de pares de polos con el que está construido el motor.

En un motor síncrono de imanes permanentes, el estator consiste en tres bobinados conectados en estrella (Figura inferior). El rotor consta de electroimanes o imanes permanentes que crean un flujo constante en el entrehierro, eliminando así la necesidad del rotor bobinado y escobillas utilizadas normalmente para la excitación en los motores de corriente continua. El par de rotación se produce por la interacción entre el campo magnético producido por las bobinas de estator y el rotor.



El motor de imanes permanentes debe ser energizado directamente en el estator por medio de un accionamiento de velocidad variable. Para energizar las bobinas adecuadas de manera que se produzca el máximo par posible en la posición actual del rotor, es necesario conocer cuál es esa posición, para lo que se requiere un sensor de posición angular. La conmutación de las bobinas se realiza mediante un circuito inversor (Figura superior).

En los motores sin escobillas el rotor incluye dos o más imanes permanentes que generan un campo magnético de CC. A su vez, este campo magnético entra en el núcleo del estator (compuesto por un laminado de metal) e interactúa con las corrientes que fluyen dentro de la bobina para producir una interacción de par entre el rotor y el estator. A medida que el rotor gira, es necesario que la magnitud y la polaridad de las corrientes del estator varíen continuamente – y en la manera correcta – de tal forma que el par de torsión permanezca constante y la conversión de energía mecánica a eléctrica sea la más eficiente. El aparato que proporciona este control de la corriente es el inversor. Sin él los motores sin escobillas no son operativos.

Actualmente, para la fabricación de los imanes permanentes se tiende a la utilización de aleaciones de tierras raras, como neodimio-hierro-boro (NdFeB) o samario-cobalto, en sustitución de ferritas magnéticas debido a que presentan mayor campo magnético. El NdFeB es más barato y menos frágil que el samario-cobalto, material que estuvo muy extendido en la década de los ochenta.

Las principales ventajas que presentan este tipo de motores son:

- Alta densidad de potencia.
- Tamaño del rotor pequeño y alta densidad de potencia debido a la ausencia de conmutadores mecánicos y escobillas.
- Peso reducido.
- Alta capacidad de sobrecarga/par de arranque.
- Bajo coste de mantenimiento.
- Buena disipación térmica.
- Control bastante sencillo.
- Potencia constante en un amplio rango.

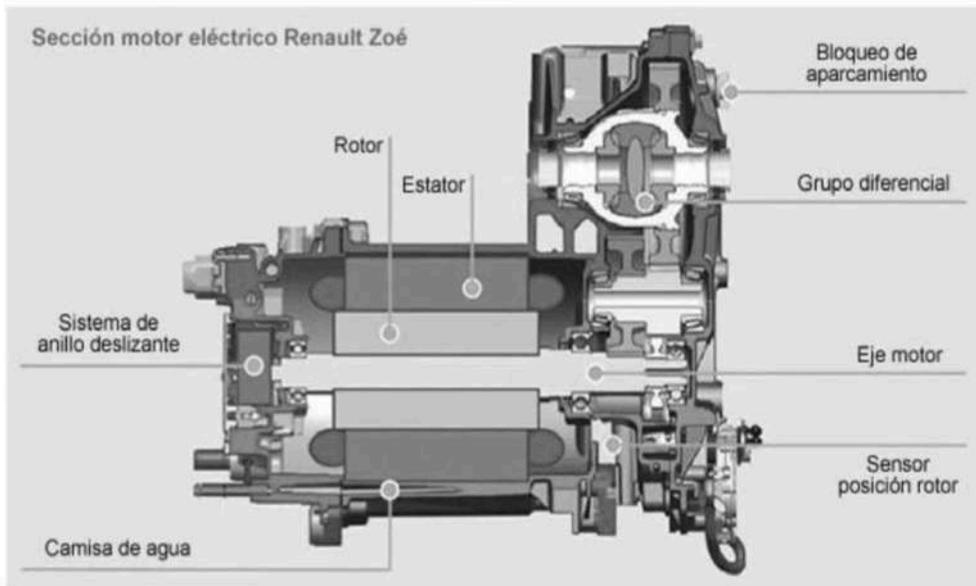
Sin embargo, presentan los siguientes inconvenientes:

- Coste de fabricación elevada (requieren de sensores de posición y electrónica de potencia compleja).
- Baja gama de velocidades.

Tecnología: Coches Eléctricos

- Difícil uso para frecuencias elevadas.
- A velocidades elevadas, la eficiencia puede reducirse debido al riesgo de desmagnetización.
- Muy importante mantener la refrigeración.
- A elevadas velocidades, las pérdidas en el estator pueden ser importantes.
- Dependencia de las tierras raras.

Actualmente, este tipo de motores son la elección más común en los vehículos híbridos y también es utilizado en algunos eléctricos. En la figura inferior se puede ver el conjunto motor eléctrico sincrónico de imanes permanentes utilizado por el Renault Zoé.





LOS MOTORES DE INDUCCIÓN DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS

Estamos analizando el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos. En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores.

"Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua pagina: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta pagina es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web esta dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene animo de lucro, por eso no hay publicidad. En este apartado veremos cómo son los motores de inducción de los vehículos comerciales.

www.aficionadosalamecanica.com

Motores asincronos o de inducción

El motor de inducción o asíncrono es una opción muy interesante para equipar vehículos eléctricos debido a su robustez, fiabilidad, bajo mantenimiento y coste y la capacidad para trabajar en entornos hostiles.

La principal diferencia del motor asíncrono con los demás tipos de motores es que no requiere de un campo magnético en el rotor alimentado con corriente continua. La corriente que circula por uno de los devanados, generalmente situado en el rotor, se debe a la f.e.m. inducida por la acción del flujo del estator, denominándose por este motivo motores de inducción. En este tipo de motores, la velocidad de giro del motor no es la de sincronismo impuesta por la frecuencia de la red.

El estator del motor de inducción de 3 fases y el motor de corriente continua sin escobillas son prácticamente idénticos. Ambos tienen tres conjuntos de bobinas o "devanados" que se insertan en el núcleo del estator. La diferencia esencial entre las dos máquinas está en el rotor. A diferencia del rotor de corriente continua sin escobillas, el rotor de inducción no tiene imanes. En su lugar tiene simples laminas de metal apiladas y conectadas con conductores periféricos que forman una "jaula de ardilla" (por su parecido a las ruedas donde corren los roedores enjaulados). Las corrientes que fluyen en los devanados del estator producen un campo magnético giratorio que entra en el rotor. La frecuencia de este campo magnético "vista" por el rotor es igual a la diferencia entre la frecuencia eléctrica aplicada y la "frecuencia" de rotación del propio rotor.

En consecuencia, existe una tensión inducida a través de la "jaula de ardillas" que es proporcional a esta diferencia de velocidad entre el rotor y la frecuencia eléctrica. En respuesta a esta tensión, se producen corrientes dentro de los del rotor que son aproximadamente proporcionales a la tensión y también lo son, por lo tanto, a la diferencia de velocidad. Finalmente, estas corrientes interactúan con el campo magnético original para producir fuerzas, un componente de las cuales es el deseado par motor. Cuando un motor de inducción de 3-fases está conectado a una línea trifásica el par se produce desde el principio, el motor tiene la capacidad de arrancar con solo ser enchufado, no se necesita ningún inversor. El hecho de que los motores de inducción son directamente compatibles con la red eléctrica convencional es la principal razón de su éxito y uso en la industria.



Los Motores de Inducción de los Autos Eléctricos

Los motores de imanes permanentes y los de inducción tienen estatores similares. Y ambas unidades utilizan inversores de modulación de 3 fases. Las únicas diferencias están en los rotores y en los controles del inversor. Y en el caso de controladores digitales, la única diferencia es el código de control, ya que las unidades de CC sin escobillas requieren un sensor de posición absoluta (seno coseno), mientras que las unidades de inducción requieren sólo un sensor de velocidad; estas diferencias son relativamente pequeñas. Al añadir un inversor (sin ningún control de realimentación) se hace posible alimentar un motor de inducción (de corriente alterna) con una batería u otra fuente de CC; también se hace posible tener una velocidad variable simplemente ajustando la frecuencia del inversor.

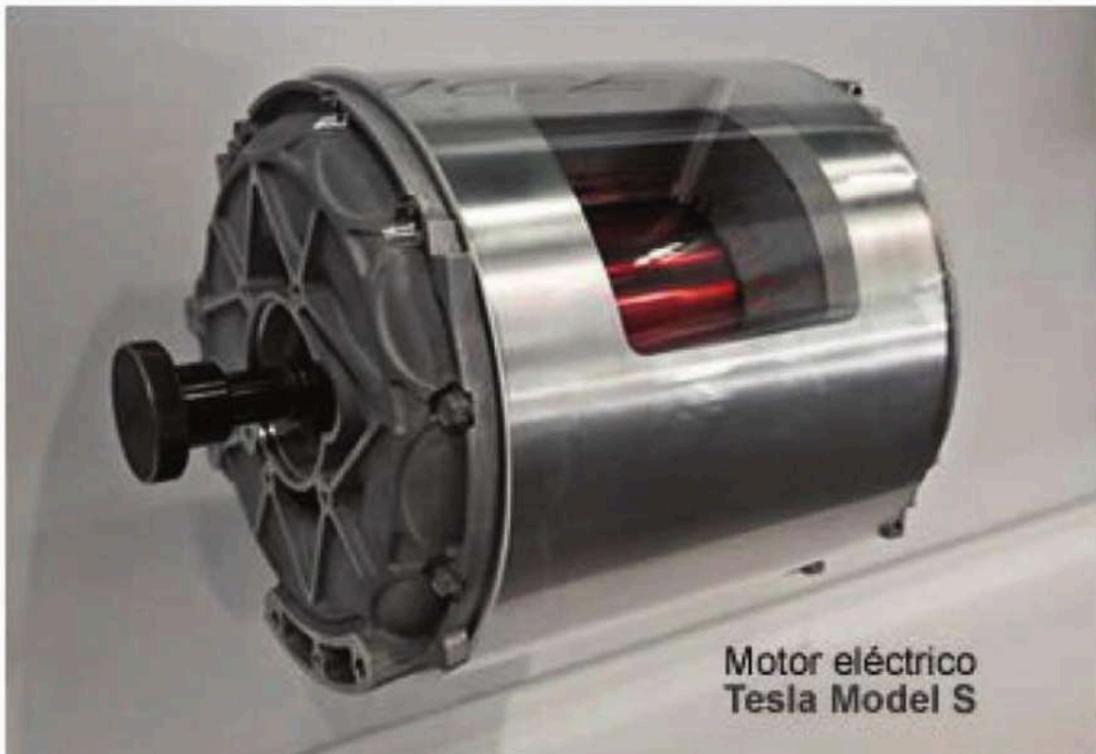
Los motores asíncronos o de inducción presentan las siguientes ventajas:

- Económicos.
- Poco peso.
- Compactos.
- Robustez mecánica y térmica muy buena.
- Requieren poco mantenimiento (motor asíncrono de rotor de jaula de ardilla).
- Control sencillo.
- Potencia, par, ruido y eficiencia similares al de los motores síncronos de imanes permanentes. Alta eficiencia.

Sin embargo, presentan los siguientes inconvenientes:

- Baja densidad de potencia.
- Ligeramente menor eficiencia a baja velocidad. El motor pierde rendimiento al reducirse la velocidad.

Como ejemplo de motor trifásico de inducción AC, tenemos el utilizado por la marca TESLA en su modelo "Model S". Se trata de un motor de inducción con rotor de cobre y tiene 4 polos. Gira hasta 15 000 r.p.m.. El rotor está refrigerado por agua.





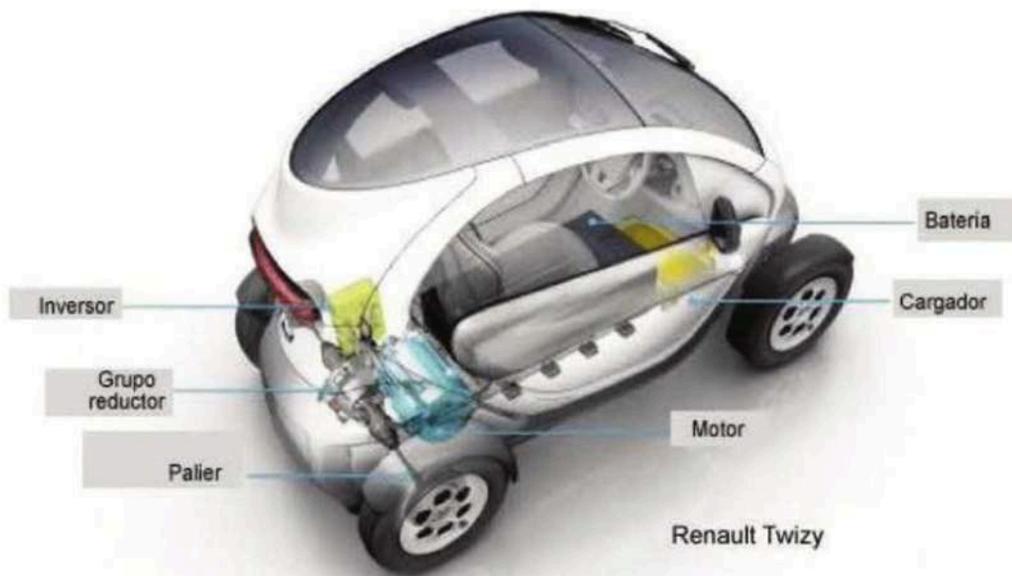
Ejemplos de motores utilizados por distintas marcas de coches eléctricos:

Renault Twizy

El Twizy en la versión "45" dispone de un motor eléctrico de 4 kW (5 CV) y 33 N·m y el Twizy "80" de 8 kW (11 CV) y 57 N·m. La velocidad máxima es de 80 km/h. En condiciones reales el Twizy 45 puede recorrer entre 80 y 100 km y el Twizy 80 entre 48 y 72 km.

En la figura inferior se puede ver conjunto de motor eléctrico y el grupo reductor con el diferencial que transmite el movimiento a cada una de las ruedas traseras.



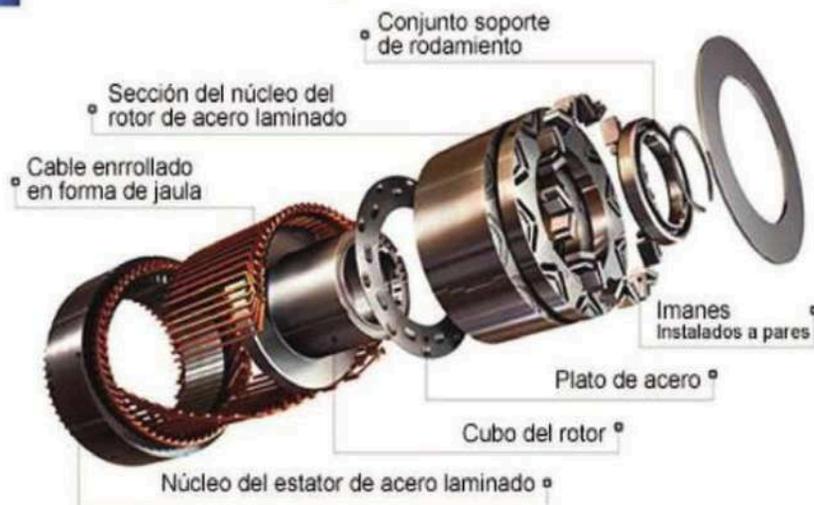


Chevrolet Volt

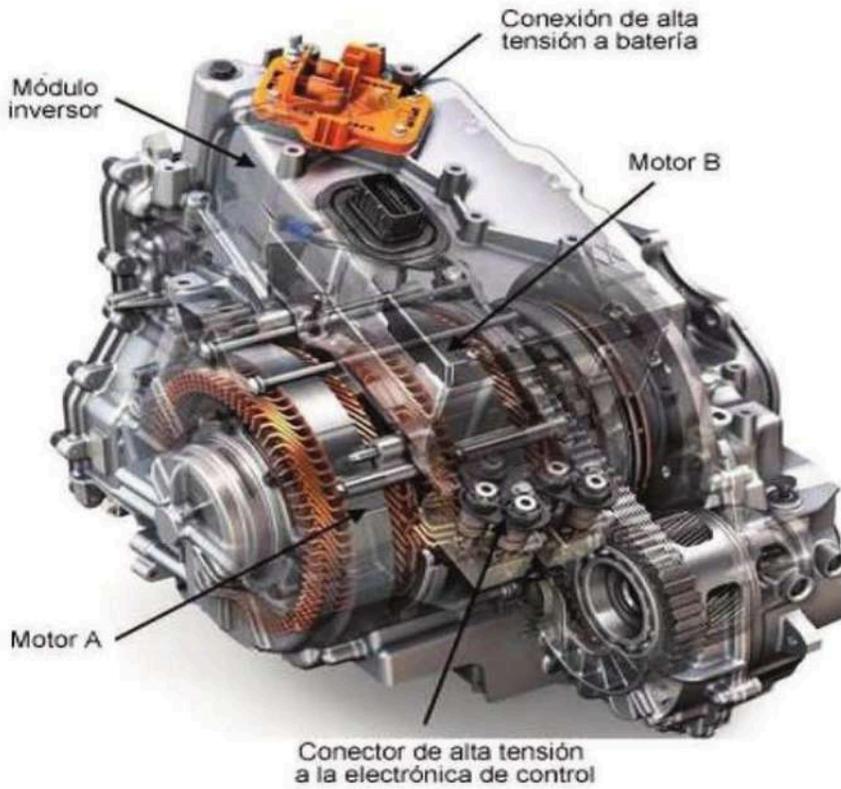
Unidad de propulsión conformada por dos motores eléctricos capaces de trabajar en paralelo alternando funciones de impulsión, generación y regeneración, la eficiencia en este punto puede alcanzar hasta un 15%.



GENERAL MOTORS Motor eléctrico de imanes permanentes

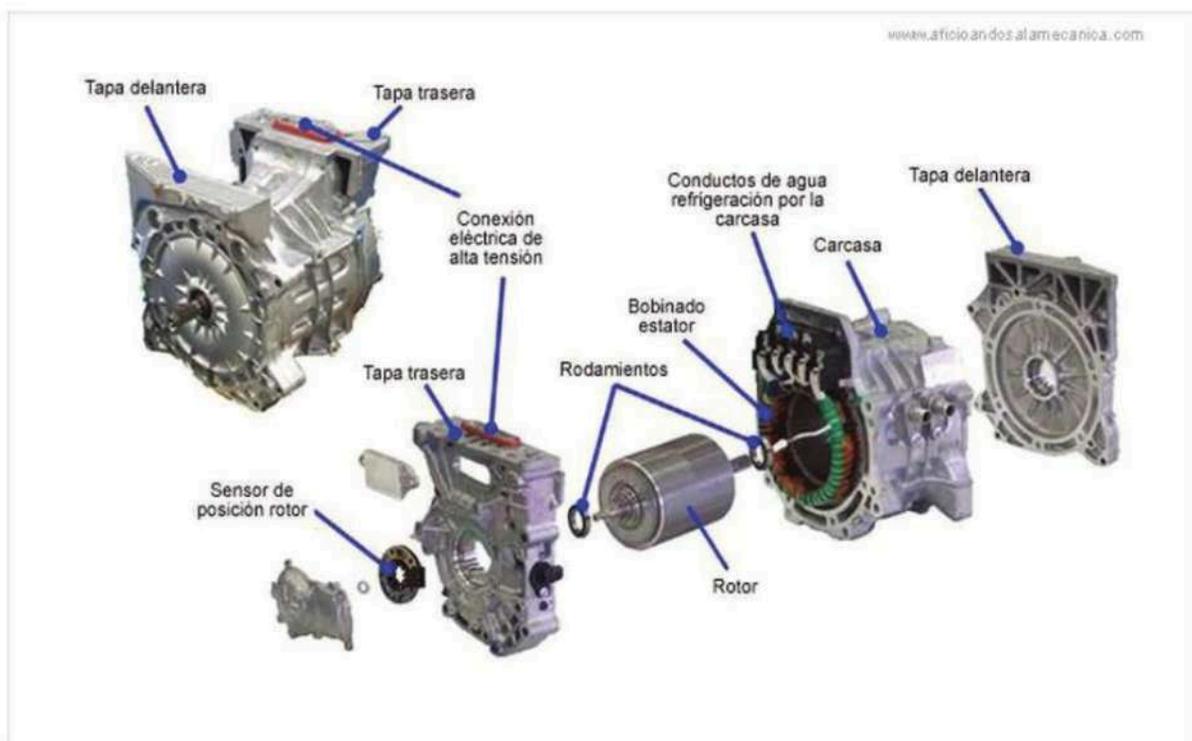


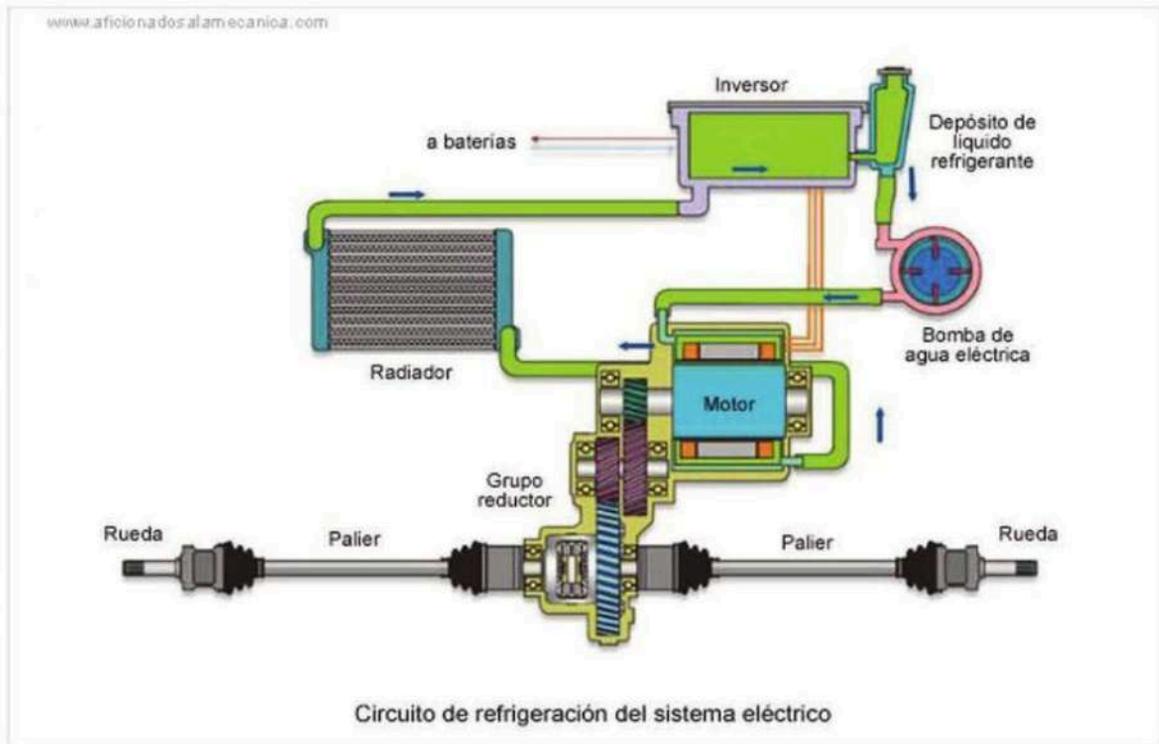
Motor eléctrico y grupo reductor de un Chevrolet Volt



Nissan Leaf

Motor eléctrico síncrono de imanes permanentes. Proporciona una potencia máxima 80 kW y un par máximo 280 Nm. Régimen máximo 10390 rpm. Tensión nominal 360 V.





El inversor

Aparte de la batería de alta tensión y el motor eléctrico, hay un tercer componente fundamental en los vehículos eléctricos que es mucho menos nombrado y por lo tanto mucho más desconocido por el público en general: Estamos hablando del inversor (figura inferior).

El inversor es el componente que se encarga de extraer energía de las baterías y proporcionársela al motor, de acuerdo con las instrucciones indicadas por el conductor (según la presión en el pedal del acelerador). Las baterías entregan una determinada tensión, constante, pero para conseguir que el motor funcione al régimen de revoluciones deseado, tendremos que alimentarlo con los niveles de tensión adecuados a la demanda mecánica exigida. En muchos casos, el motor funciona con corriente alterna, monofásica o trifásica, algo que no puede ser proporcionado directamente por las baterías.

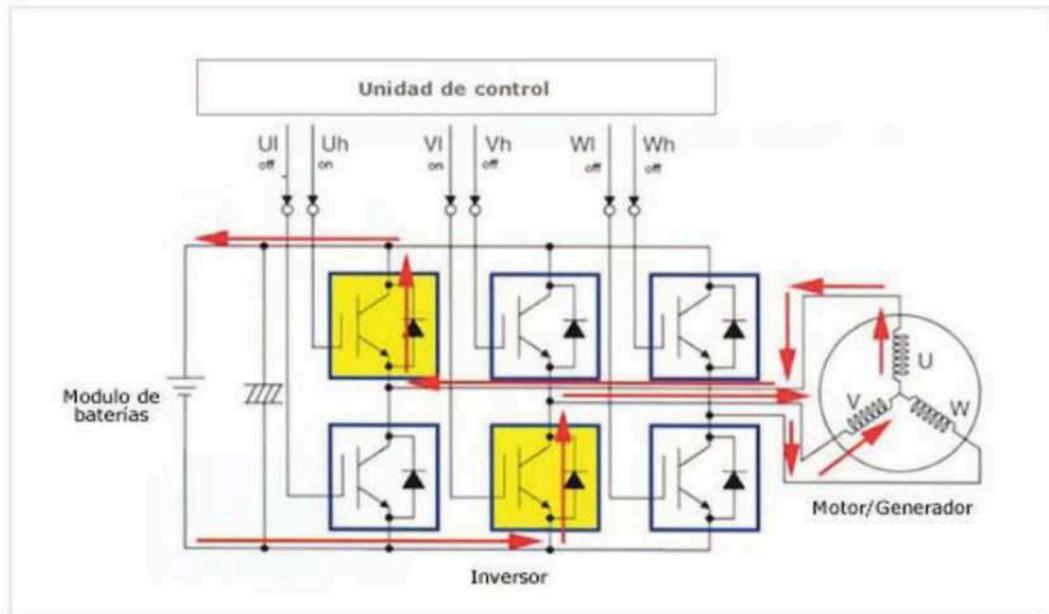


17 Paquetes Educativos +
11 Software de Gestión +
Software de Vigilancia para 16 Cámaras +
Domótica Práctica +
Streaming -

**2 Cámaras de Vigilancia Streaming
por IP y Cable de Extensión**

Compre el Mega Pack con Todo lo Mencionado:

Tenga **TODO** por sólo \$**1040** Arg. ó \$**899** Mx ó **50** dólares

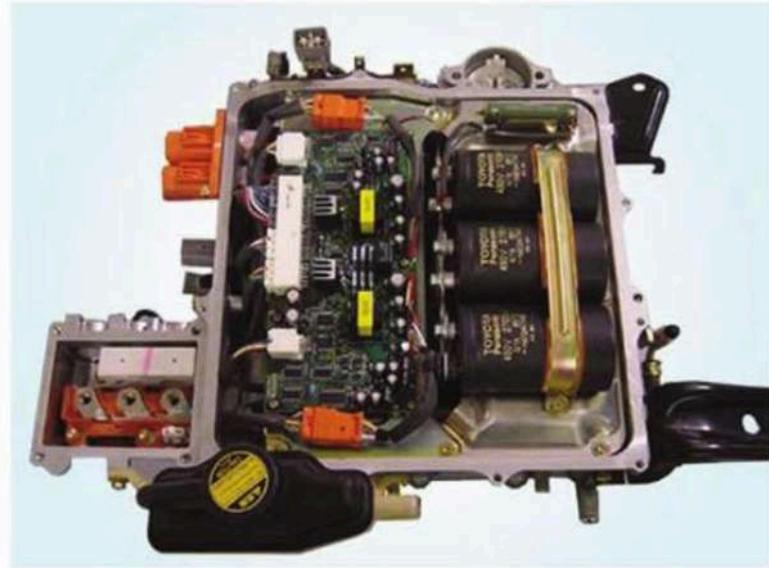


El inversor es el componente encargado de realizar las conversiones necesarias, adaptando voltajes y formas de onda para alimentar al motor convenientemente a partir de la energía almacenada en las baterías, disponible como una fuente de corriente continua con un voltaje determinado. También es el encargado de recuperar energía del motor, en el caso de que éste esté actuando como mecanismo de frenado y almacenar dicha energía recuperada de nuevo en las baterías.

El inversor es un complejo elemento (en la imagen podemos ver la carcasa y el interior del inversor de un Toyota Prius), y al igual que sucede con las baterías y los motores, los ingenieros de las empresas automovilísticas se afanan por conseguir las máximas prestaciones y rendimientos de estos componentes, fundamentales en la realización de vehículos eléctricos.



Autos Eléctricos



Con respecto al rendimiento de estos componentes, los fabricantes no suelen indicar estas cifras. Inversores de potencia similar utilizados en el ámbito de la energía solar, presentan cifras de rendimiento del orden de un 95%, así que mientras no dispongamos de datos más precisos, podemos asumir que los inversores utilizados en los vehículos eléctricos presentan cifras de ese mismo orden.

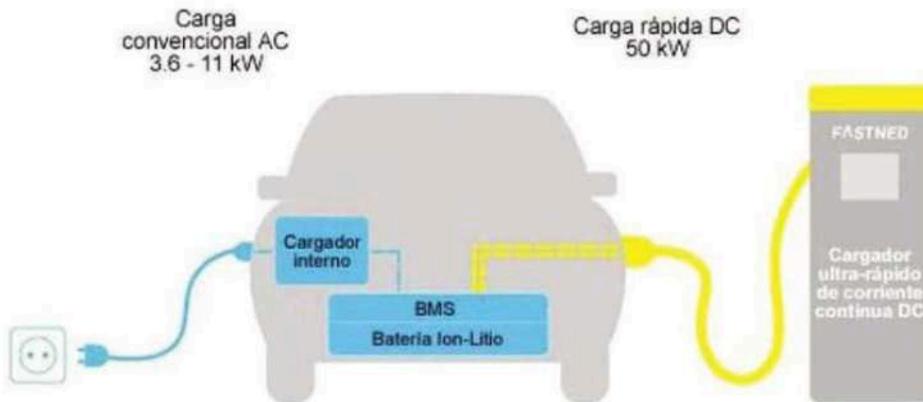
En la imagen se muestran los componentes fundamentales del Nissan Leaf. Se puede observar el motor en la parte inferior delantera (a destacar el pequeño tamaño del mismo en comparación con un motor de explosión) y, sobre éste, la caja sellada que contiene los elementos de electrónica de potencia que forman el inversor. A destacar también los gruesos cables que conectan el inversor con las baterías así como con el motor. Estos cables presentan una sección muy gruesa, imprescindible para soportar los elevados niveles de corriente eléctrica que por ellos ha de circular.



Los Motores de Inducción de los Autos Eléctricos

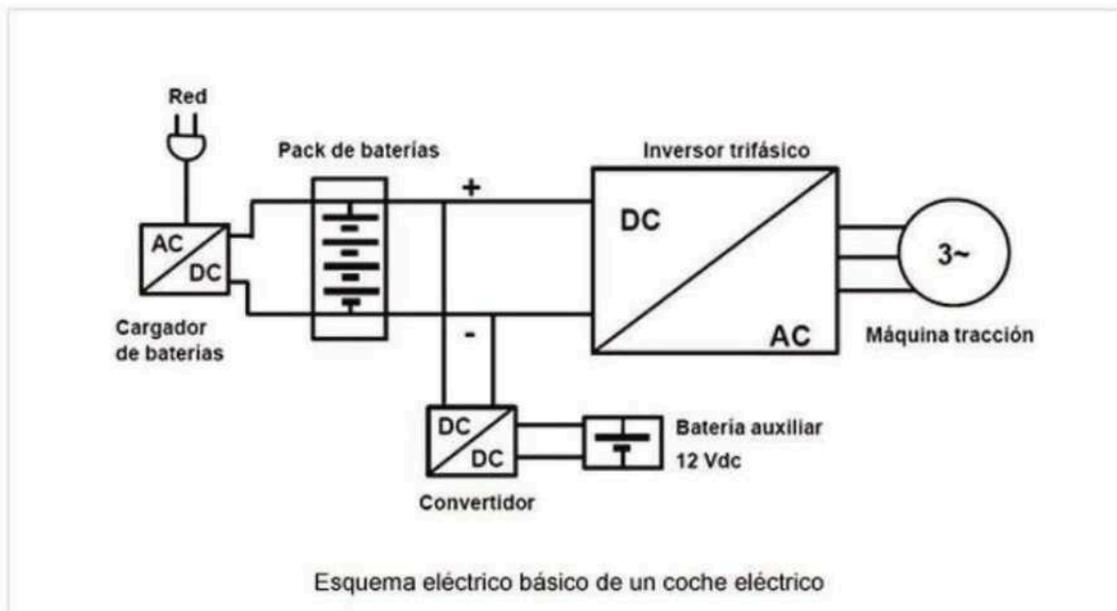
Cargador

El cargador o transformador convertidor es aquel elemento que absorbe la electricidad de forma alterna directamente desde la red y la transforma en corriente continua, para así poder cargar la batería principal. En el caso de utilizar cargadores ultra-rápidos de corriente continua (DC), no se utiliza el cargador interno del coche sino que se carga la batería directamente, no olvidemos que la batería esta cargada con corriente continua y no es necesario de un cargador que nos transforme la corriente alterna (AC) en corriente continua (CC).



Convertor

El convertor (convertidor) transforma la alta tensión de corriente continua, que aporta la batería principal, en baja tensión de corriente continua. Este tipo de corriente es el que se utiliza para alimentar las baterías auxiliares de 12 V, que son las que alimentan los componentes auxiliares eléctricos del coche.

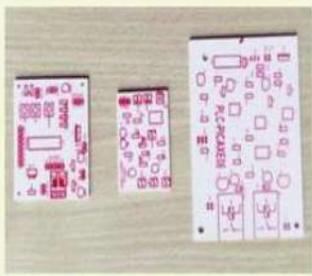


Mega Pack

Electrónica para Técnicos e Industrias

Incluye **KIT de Prácticas** de Control con **Energías Renovables**

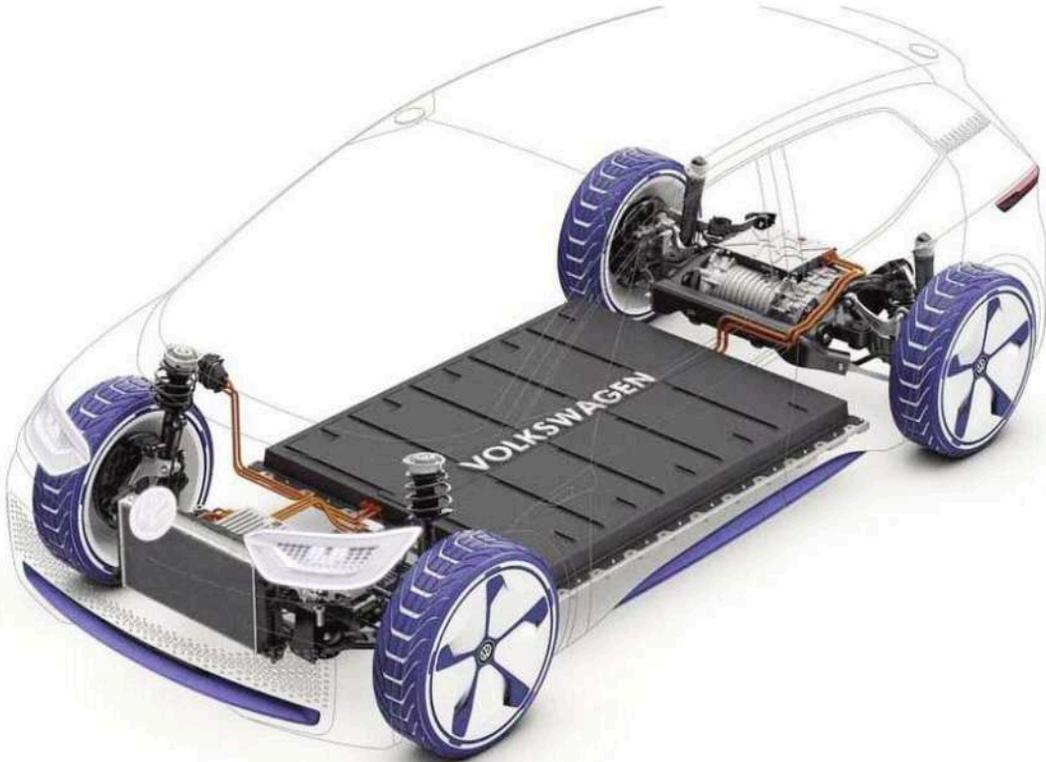
Se compone de:

Electrónica Industrial PLC - CNC - Electrónica de Potencia - Controles - Automatas	 ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
+	
	Energías Limpas Prácticas guiadas MUY FÁCIL!!!
+	
Electrónica desde CERO Curso de Electrónica en VIDEOS Prácticos	 VIDEO-CURSOS de ELECTRÓNICA PROMOCION EXCLUSIVA CLUB SEI
+	
	Robótica para TODOS Ideal para niños de 6 a 99 años
+	
	 

ADQUIERA LOS 4 MEGA PACKs CON LAS PLACAS, MÓDULOS & KIT de OBSEQUIO

con todo lo mencionado en este aviso por sólo:

\$1390 (pesos arg) ó **\$990** (mex.) ó **u\$s70** (dólares americanos)



LA UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS

En Saber Electrónica N° 381 comenzamos a analizar el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos. En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores.

“Aficionados a la Mecánica” es la web que sustituye a la antigua pagina: “mecanicavirtual.org”. Nuestra única intención al publicar esta pagina es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web esta dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene animo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega veremos cómo es la ECU o unidad electrónica de control de estos vehículos.

www.aficionadosalamecanica.com

INTRODUCCIÓN

Para quienes no han leído los artículos anteriores publicados en Saber Electrónica, haremos una breve reseña publicada por Arturo Vázquez en abc.es.

El coche eléctrico se postula como una de las alternativas más pujantes **frente a los coches de combustión**. Aunque para ello es necesario el perfeccionamiento de algunos parámetros como la autonomía de la batería que irá de la mano de un mayor desarrollo tecnológico, una mejora de las infraestructuras y un apoyo de las administraciones **para conseguir un incremento de la demanda**. Los objetivos del sector pasan por llegar a 2020 con una cuota de vehículos eléctricos del 20%.

Según los datos que manejan los propios fabricantes, esta apuesta de algunas marcas **por los coches eléctricos** se basan en los niveles de satisfacción de sus conductores. Así, desde [Nissan](#) aseguran que con un 96% de satisfacción entre los propietarios, el Nissan LEAF es el coche eléctrico por excelencia. La gran mayoría de propietarios **no dudarían a la hora de recomendar** este coche a otros.

Pero, ¿realmente sabemos cómo funciona un coche eléctrico?. **En este vídeo** te explicamos sus partes, componentes, y funciones de algunos de sus elementos fundamentales.

Por ejemplo, según [Renault](#), fabricante de modelos como el Zoe y el Twizy, al hablar de vehículos eléctricos y de sus componentes principales, se hace **sobre todo de las baterías y del motor** en lo que se refiere a sus eficiencias, capacidad de carga, autonomía, potencia, etc. Pero existe otro elemento del que se habla poco y que es una pieza igual de fundamental: **el regulador eléctrico o bloque electrónico de potencia**.

Toda la energía que entra o sale del motor pasa necesariamente por el regulador, de manera que su eficiencia influye directamente en la autonomía del vehículo. Es por ello que los fabricantes se afanan en perfeccionarlo, ya que **quedarse atrás en cuanto a eficiencia** de los sistemas que equipan sus modelos puede suponer una desventaja.



El bloque electrónico de potencia es el auténtico director del sistema energético del coche, sin el cual ni las baterías ni el motor eléctrico podrían desempeñar sus funciones. **Si echamos un vistazo bajo el capó del ZOE:** el elemento superior, lo que está más a la vista, [es la caja de conexiones del cargador Camaleón](#), el elemento que ocupa la parte inferior es el motor reductor, y entre los dos se encuentra algo escondido que **es el bloque electrónico de potencia**, que se puede identificar porque de él salen tres gruesos cables eléctricos que bajan al motor.

El regulador eléctrico se trata realmente de un sistema compuesto por varios subsistemas eléctricos y electrónicos llamados **inversor, rectificador y transformador** y gracias a ellos es capaz de gestionar los flujos de corriente entre las baterías y el motor en ambos sentidos: cuando el motor empuja al coche y cuando el motor recarga las baterías, **actuando de generador durante la retención o frenada suave**.

Hay que decir también que el regulador electrónico de potencia es un sistema en el que numerosos componentes trabajan [transformando la caudalosa corriente eléctrica](#) que pasa a través de ellos. Inevitablemente estos elementos generan calor, el cual es la **materialización de cierta pérdida energética**. Para evitar el sobrecalentamiento de esos elementos, es necesario un sistema de ventilación y refrigeración que mantenga una temperatura aceptable.

Otro elemento destacado es el «inversor», un dispositivo que **convierte electricidad procedente de una fuente de corriente** de tipo continua, como lo es una batería, en corriente alterna, necesaria [para mover el motor eléctrico del coche](#). ¿Cómo funciona? Mediante un sistema interruptor electrónico la corriente extraída de las baterías cambia su polaridad cíclica y regularmente. Esas bruscas fluctuaciones inducen una corriente alterna en el transformador, **con la frecuencia y voltaje requeridos** en cada momento por el motor, según la potencia solicitada por el conductor y las revoluciones a las que gire el motor.



Otra de las piezas es el «transformador». Entre las baterías y el motor existe una diferencia de voltios importante **dadas las características de cada uno**. Así, los motores de tracción de los coches eléctricos [suelen trabajar a unos 600V](#), mientras que las baterías lo hacen a unos 200V, por ello se necesita, aparte de un sistema que rectifique y cambie frecuencias, el transformador que armonice los voltajes.

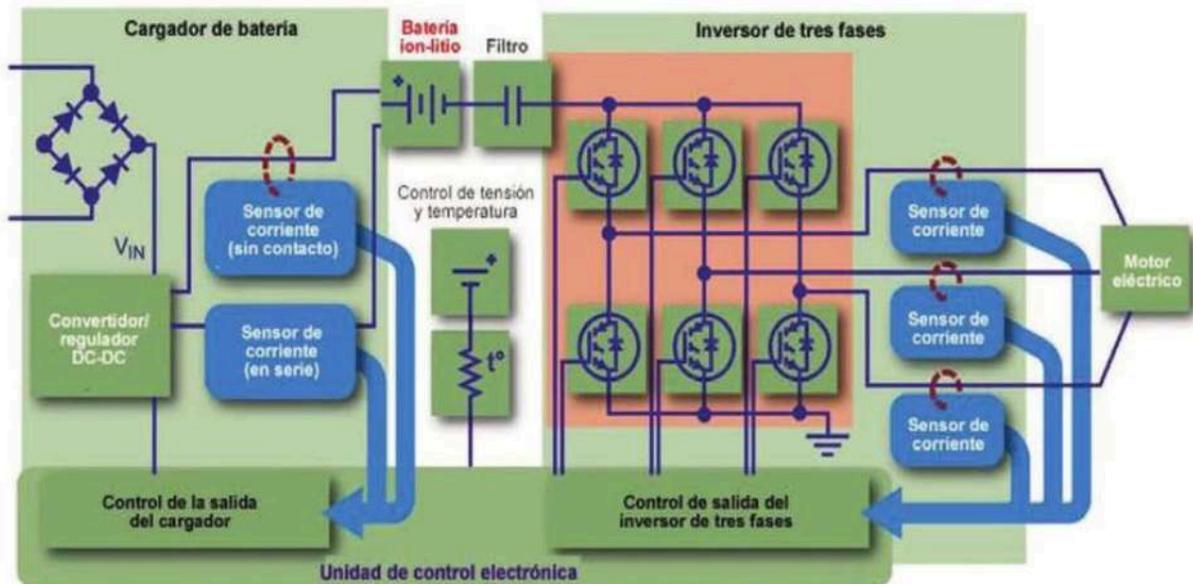
Un elemento más, el «rectificador» es el sistema que **realiza la función contraria al inversor**, es decir, transforma la corriente alterna procedente del motor cuando genera energía, para que pueda ser almacenada en las baterías de nuevo.

Finalmente, el «controlador» es un sistema computarizado que **recibe las órdenes del conductor** cuando este acelera o frena y, junto con la información de otros sensores, supervisa y coordina a todos [los elementos descritos del sistema de regulación](#). El desarrollo de los **sistemas electrónicos de control computarizados** de las últimas décadas han hecho posible que el coche eléctrico tenga la manejabilidad, seguridad y autonomía que están demostrando

Unidad de control electrónica ECU

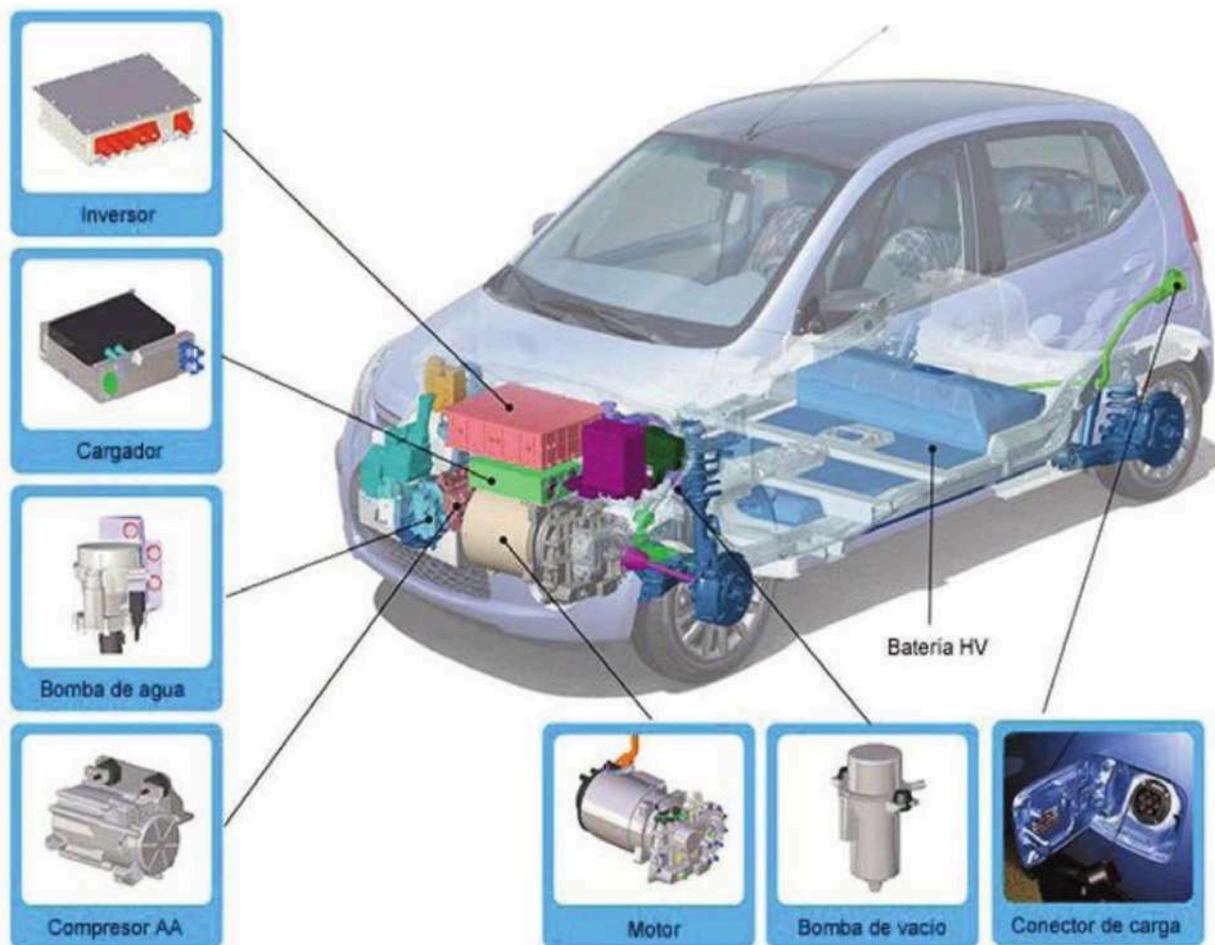
Por último, nuestro director de orquesta, la ECU del sistema eléctrico, que debe coordinar todo en buena armonía: el BMS, el cargador, el inversor, el convertidor, etc. Debe conocer en todo momento la carga de la batería, y el programa de conducción seleccionado.

Los vehículos eléctricos al no producir emisiones contaminantes, no requieren cumplir con el estándar OBD en cuanto al control y diagnóstico del motor.



Los sistemas eléctricos que podemos encontrar en un coche eléctrico:

- Batería auxiliar (12 V)
- Motor eléctrico (tracción)
- Compresor Aire Acondicionado Eléctrico
- Calefactor auxiliar eléctrico (PTC)
- Dirección asistida eléctrica
- Servofreno eléctrico (bomba de vacío o asistencia directa)
- Inversor / Controlador
- BMS (Battery Management System), monitorizador de batería principal
- Convertor DC-DC bidireccional (AT/BT)
- Cargador AC/DC
- Batería de tracción (AT: 300 a 600 V)
- Climatización batería de tracción
- ECU gestión eléctrica

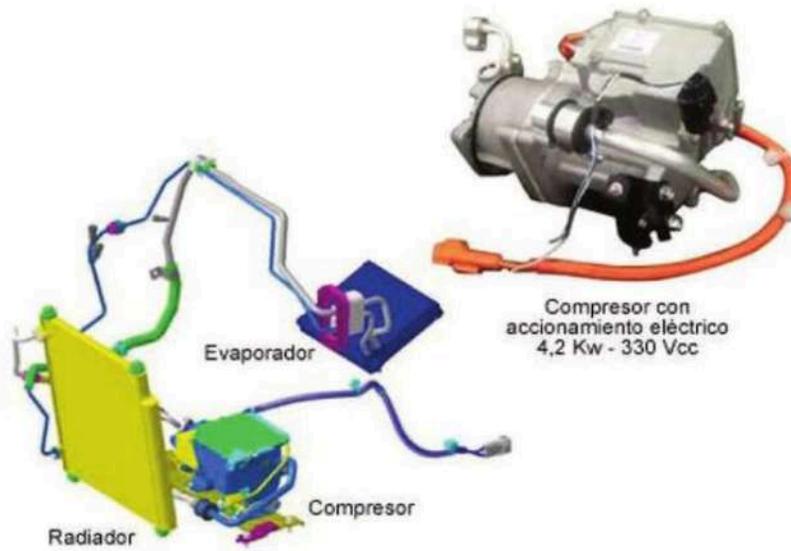


Sistemas auxiliares en un coche eléctrico

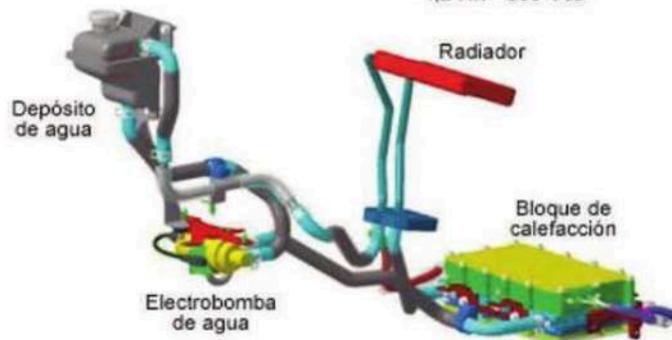
El coche eléctrico tiene unos sistemas auxiliares que se adaptan a su propia tecnología.

- Dispone de un sistema de aire acondicionado, cuyo compresor es accionado de forma eléctrica y no mecánica como lo hacen los coches convencionales, arrastrados mediante correa.
- Dispone de un sistema de calefacción que funciona de forma eléctrica y no aprovechando el calor del motor como los coches convencionales.
- Utiliza una bomba de vacío accionada eléctricamente, para asistir al servofreno.
- También se dispone de una bomba de agua para refrigerar la batería de alta tensión y la electrónica de control.

www.aficionadosalamecnica.com



Sistema aire acondicionado de un Mitsubishi i-MiEV



Sistema de calefacción de un Mitsubishi i-MiEV



LAS BATERÍAS DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS

Continuamos con el análisis y el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos y sus componentes. En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores.

"Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua página: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta página es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web está dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene ánimo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega veremos cómo son las baterías de estos vehículos.

www.aficionadosalamecanica.com

Las Baterías

La clave del futuro del vehículo eléctrico es la batería recargable, a la que se ha dedicado un esfuerzo muy pequeño de investigación, en relación con otras tecnologías: la capacidad de almacenamiento se ha duplicado cada diez años, cifra que palidece ante el desarrollo de la informática u otras tecnologías. Sólo en los últimos años, con el desarrollo de la telefonía móvil, se ha empezado a realizar inversiones importantes, aceleradas con la prevista generalización del automóvil eléctrico.

El coste de un vehículo eléctrico o de un híbrido enchufable depende de la batería en un porcentaje determinante. El tipo y la capacidad de la batería condicionan la velocidad máxima, la autonomía entre recargas, el tiempo de recarga y la duración de la batería. Los precios de las baterías se han reducido en los últimos años, y lo harán aún más a medida que aumente la demanda y se produzcan en grandes series.

Desde los primeros automóviles eléctricos, en algo más de 100 años hemos visto una evolución de las baterías notable: desde las vetustas de plomo-ácido o níquel-hierro, hasta las actuales de iones de litio, se ha conseguido aumentar más de 12 veces la autonomía de un coche eléctrico.

Gracias al importante salto tecnológico que han dado las baterías en los últimos años, cada vez más fabricantes de automóviles se han animado a desarrollar nuevos modelos de coches eléctricos, con promesas bastante atractivas para los próximos años, con autonomías que se moverán entre los 400 y los 600 km.



Batería BMW i3

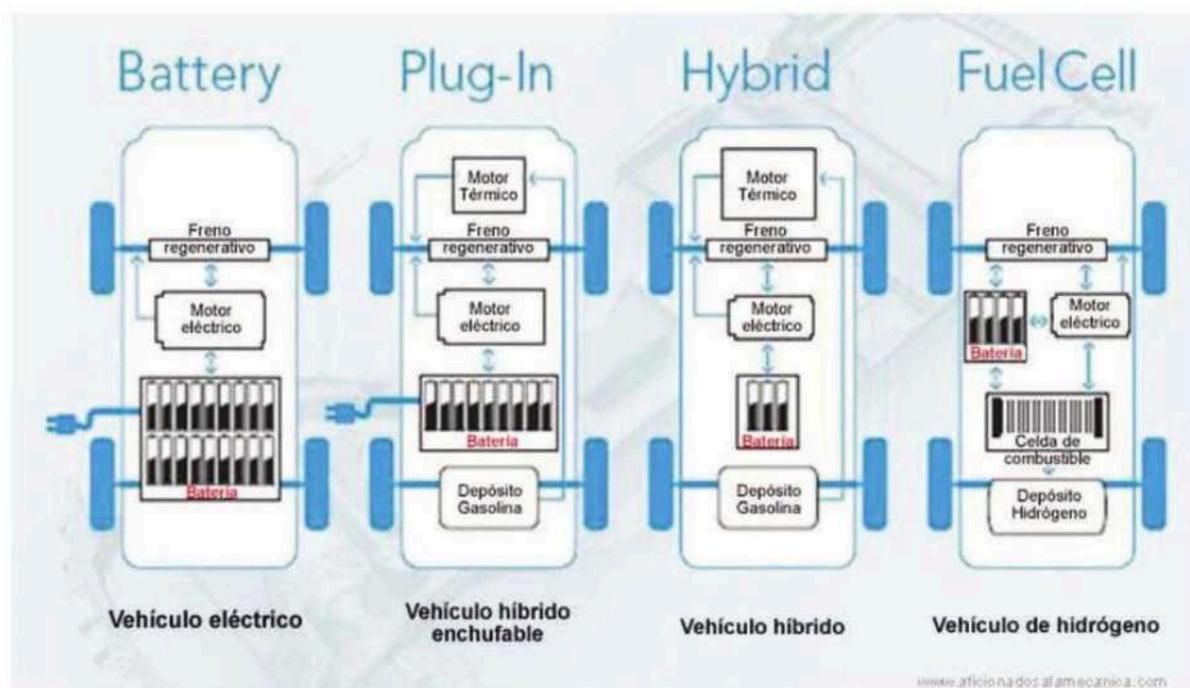
Autonomía de vehículos eléctricos (según la norma europea NEDC)



Cómo son las Baterías de los Autos Eléctricos

Las baterías son las encargadas de almacenar, mediante reacciones electroquímicas de oxidación/reducción, y suministrar la energía eléctrica que este tipo de vehículo necesita para su funcionamiento.

El tamaño de la batería (figura inferior) dependerá del tipo del vehículo en el que están instaladas. Las de mayor tamaño serán para los vehículos eléctricos. Serán de menor tamaño las de vehículos híbridos enchufables, híbridos normales y vehículos de hidrógeno.

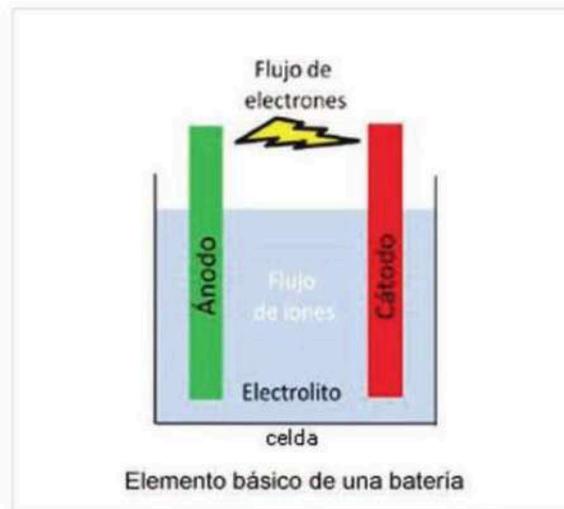


Las funciones principales de una batería de un vehículo eléctrico son:

- Almacenar electricidad suministrada por la red eléctrica a través del cargador de baterías.
- Suministrar al motor de tracción la potencia y energía necesarias para el correcto movimiento del vehículo.
- Recibir energía del motor de tracción cuando se esté produciendo una frenada regenerativa.
- Mantener la estabilidad, garantizando la seguridad del vehículo, incluso en caso de accidente.

En general, una batería electroquímica es un dispositivo capaz de convertir energía eléctrica en energía química durante el proceso de carga, y convertir la energía química en energía eléctrica durante la descarga. Una batería se compone de un conjunto de celdas. Cada celda está compuesta por tres elementos: 2 electrodos (positivo o ánodo y negativo o cátodo) inmersos en un electrolito (figura inferior).

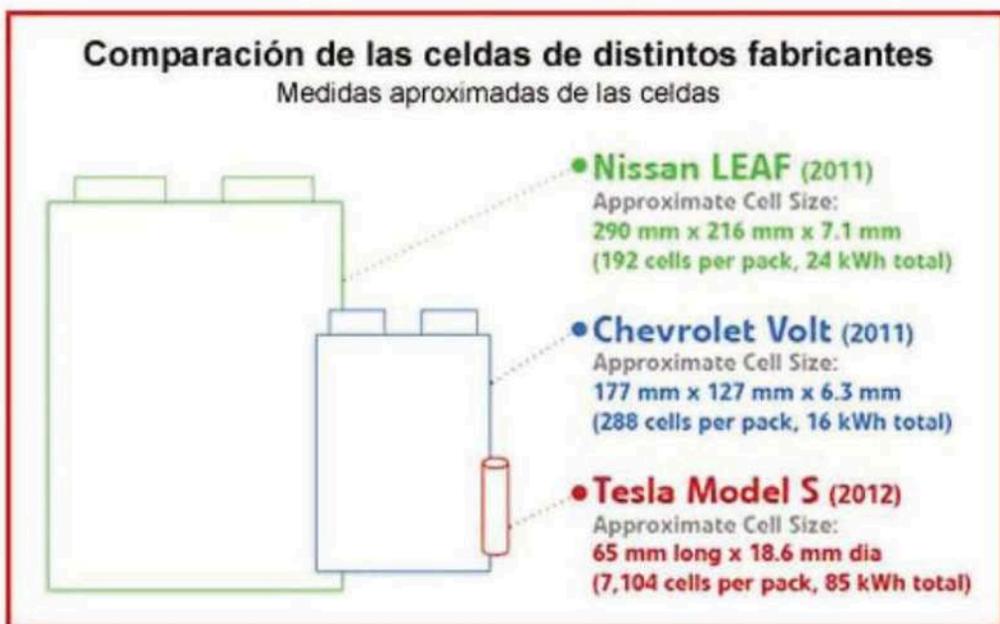
Autos Eléctricos



Las prestaciones de una batería van a depender en gran medida de las características que tengan las celdas o elementos utilizados para su fabricación.

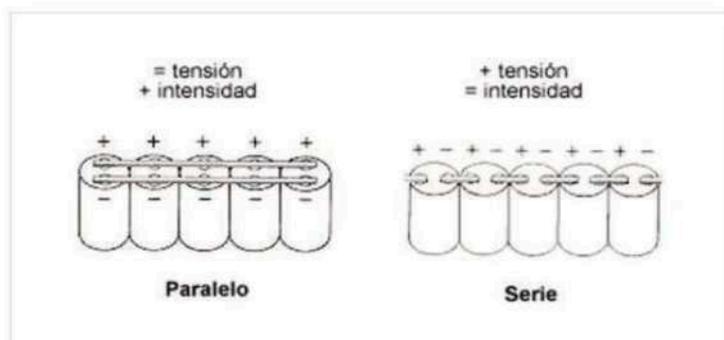
Hay dos formas de diseñar una batería:

- Una batería con muchas celdas de pequeño tamaño y poca capacidad (como hace Tesla).
- Una batería con pocas celdas de gran tamaño y mucha capacidad (como hacen el resto de fabricantes).



Cómo son las Baterías de los Autos Eléctricos

Las celdas se unirán en serie y paralelo para conseguir la tensión total e intensidad final de la batería.



Los parámetros electroquímicos utilizados para caracterizar una celda o una batería son:

- **Fuerza electromotriz, voltaje o potencial (E).** El voltaje de una celda electroquímica viene dado por la diferencia entre los bornes del cátodo y del ánodo. Es muy importante disponer de celdas con alto potencial, ya que permiten disminuir el número de elementos que se deben conectar en serie para aumentar el voltaje nominal de la batería. La fuerza electromotriz de las celdas y las baterías se mide en voltios.
- **Capacidad específica (Q).** La capacidad es la cantidad de electricidad que puede entregar la celda/batería antes de que su tensión disminuya por debajo de un valor mínimo. La capacidad se representa con el símbolo "C" y se expresa en "Ah" (Amperio-hora).
- **Energía específica (W).** La energía específica indica la cantidad total de energía eléctrica que se puede almacenar en la batería. Este parámetro electroquímico es muy importante ya que reúne a los dos anteriormente indicados. Así, la energía específica másica de una batería se calcula como $W_m = EQ / \text{peso de la batería}$. La energía específica volumétrica, también denominada densidad de energía, se determina a partir de la expresión $W_v = EQ / \text{volumen de la batería}$. Las unidades utilizadas para ambas energías son Whkg^{-1} y Whl^{-1} , respectivamente.
- **Ciclos de vida.** Los ciclos de vida (life cycle) de una batería son el número de ciclos de carga/descarga que se pueden llevar a cabo hasta que la capacidad de la batería sea el 80% de su valor nominal.

Las principales tecnologías de baterías recargables son las siguientes:

- **Plomo-ácido:** Los acumuladores de plomo-ácido son las más antiguas y tienen una baja relación entre la electricidad acumulada con el peso y el volumen. Ocupan mucho espacio y pesan mucho, pero son duraderas y de bajo coste, y su tasa de reciclaje supera el 90%. Para conseguir una autonomía de 50 km con una velocidad punta de 70 km/h se necesitan más de 400 kg de baterías de plomo-ácido. El período de recarga puede oscilar entre 8 y 10 horas.
- **Níquel Cadmio (NiCd):** Utilizan un ánodo de níquel y un cátodo de cadmio. El cadmio es un metal pesado muy tóxico, por lo que han sido prohibidas por la Unión Europea. Tienen una gran duración (más de 1.500 recargas) pero una baja densidad energética (50 Wh/kg), además de verse afectadas por el efecto memoria.
- **Baterías de Níquel-Hidruro Metálico (NiMH):** Las baterías recargables de níquel hidruro metálico es muy similar a la de níquel cadmio, pero sin el metal tóxico, por lo que su impacto ambiental es muy inferior. Las baterías recargables de níquel hidruro metálico almacenan de 2 a 3 veces más electricidad que sus equivalentes en peso de níquel cadmio, aunque también se ven afectadas por el efecto memoria, aunque en una proporción menor. Su densidad energética asciende a unos 80 Wh/kg.

Autos Eléctricos

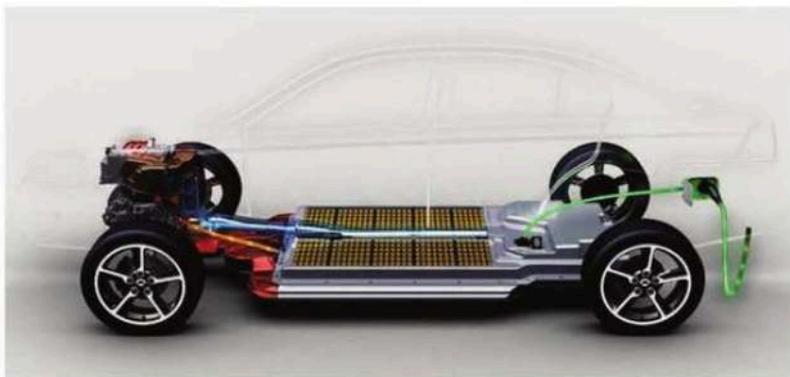
Las baterías de alto voltaje de NiMH están diseñadas para funcionar continuamente dentro de un rango del 20% al 80% de estado de carga (State of Charge - SOC). Generalmente el Estado de Carga estará entre el 40% y el 70%.

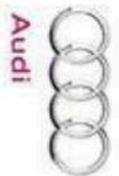
Un ejemplo de estas baterías son las utilizadas por Toyota en sus vehículos híbridos, como el Prius, Auris, etc.

- Iones de litio (Li-ion):** Las baterías de iones de litio deben su desarrollo a la telefonía móvil y su desarrollo es muy reciente. Su densidad energética asciende a unos 115 Wh/kg, y no sufren el efecto memoria. Las baterías de iones de litio se usan en teléfonos móviles, ordenadores portátiles, reproductores de MP3 y cámaras, y probablemente alimentarán la siguiente generación de vehículos híbridos y eléctricos puros conectados a la red. A pesar de sus indudables ventajas, también presentan inconvenientes: sobrecalentamiento, alto coste y, sobre todo, las reservas de litio, sujetas a una gran controversia. Este tipo de baterías es el más utilizado actualmente por los vehículos eléctricos.
- Baterías de polímero de litio:** Es una tecnología similar a la de iones de litio, pero con una mayor densidad de energía, diseño ultraligero (muy útil para equipos ultraligeros) y una tasa de descarga superior. Entre sus desventajas está la alta inestabilidad de las baterías si se sobrecargan y si la descarga se produce por debajo de cierto voltaje.
- Baterías Zebra (NaNiCl):** Una de las baterías recargables que más prometen son las conocidas como Zebra. Tienen una alta densidad energética, pero operan en un rango de temperaturas que va de 270°C a 350°C, lo que requiere un aislamiento. Son apropiadas en autobuses. Entre sus inconvenientes, además de la temperatura de trabajo, están las pérdidas térmicas cuando no se usa la batería. El automóvil eléctrico Think City va equipado con baterías Zebra Na-NiCl de 17,5 kWh.

En la tabla inferior podemos ver una comparativa de los valores característicos de cada tipo de batería.

Tipo de baterías recargables	Energía (Wh/kg)	Energía/volumen (Wh/litro)	Potencia/Peso (W/kg)	Número de ciclos	Eficiencia energética-%
Zebra (NaNiCl)	125	300		1.000	92,5
Polímero de litio	200	300	>3.000	1.000	90,0
Iones de litio	125	270	1.800	1.000	90,0
Níquel-Hidruro Metálico (NiMH)	70	140-300	250-1.000	1.350	70,0
Níquel Cadmio (NiCd)	60	50-150	150	1.350	72,5
Plomo-ácido	40	60-75	150	500	82,5

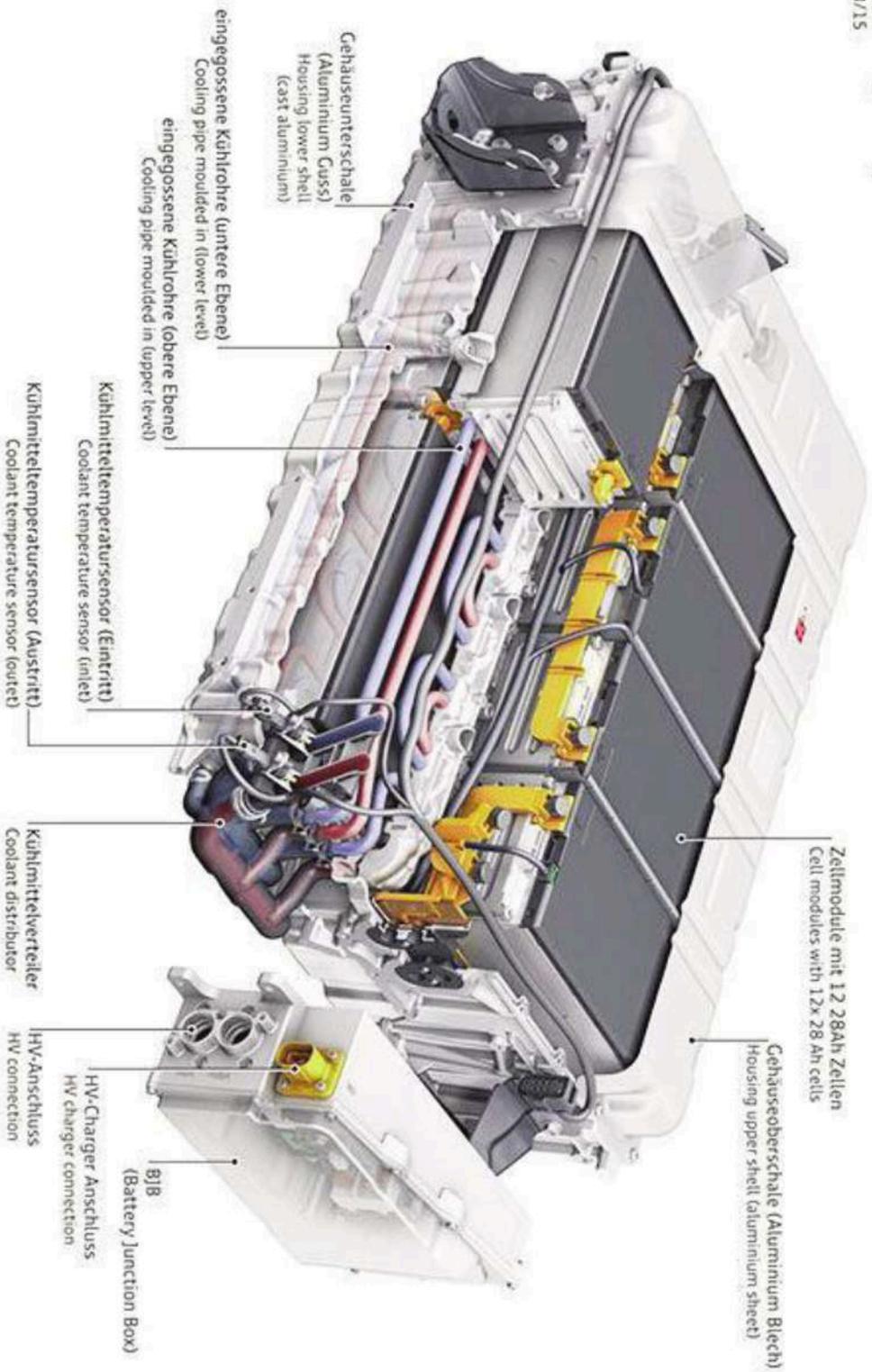




Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro

Hochvolt Batterie
High-voltage battery

03/15

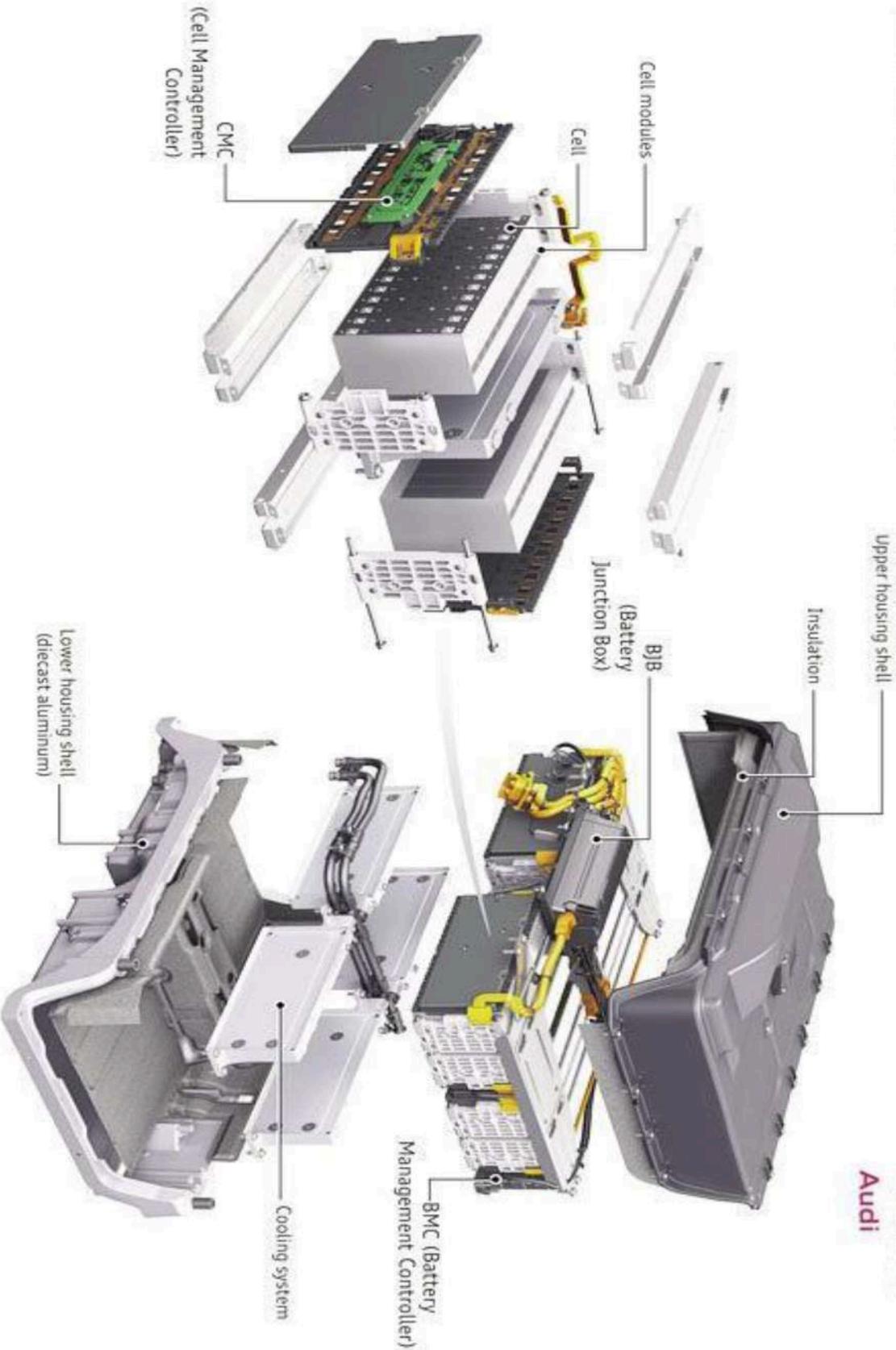


Audi A3 Sportback e-tron

Structure of the lithium-ion high-voltage battery



Audi





LAS BATERÍAS DE ION-LITIO DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

Continuamos con el análisis y el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos y sus componentes.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores. "Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua pagina: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta pagina es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web esta dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene animo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega veremos cómo son las baterías de Ion-Litio de estos vehículos.

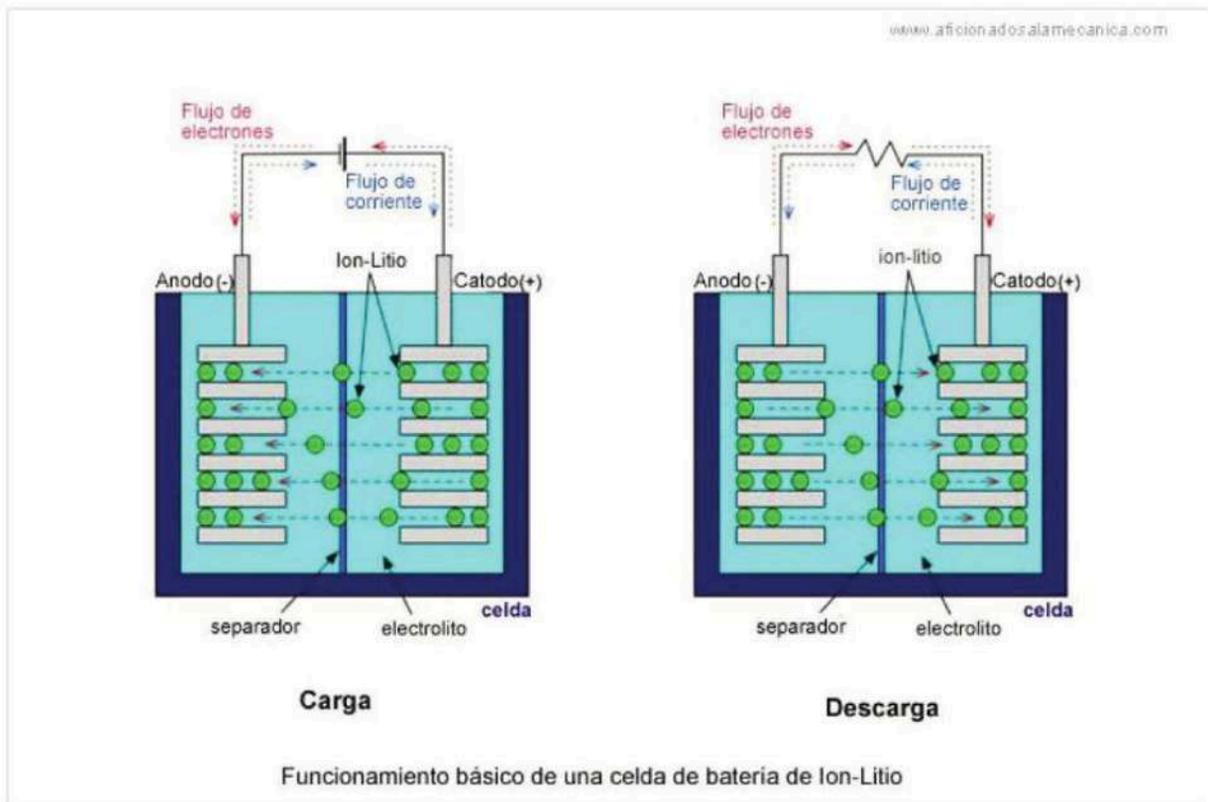
www.aficionadosalamecanica.com

Baterías de Ion-Litio

Actualmente la mayoría de los coches eléctricos que se comercializan recurren a baterías de iones de litio con electrolito líquido, esto es: el material que se encuentra entre el cátodo (electrodo negativo) y el ánodo (electrodo positivo), y que permite la transferencia de electrones, es una solución líquida.

Dentro de las baterías de iones de litio hay a su vez diferentes subtipos de estas, con pequeñas diferencias químicas, al emplear diferentes elementos en el cátodo y el ánodo, o diferentes proporciones entre estos (por ejemplo las baterías de litio-hierro-fosfato son las más económicas, aunque tienen también menos capacidad por unidad de volumen y masa).

En la figura inferior se puede ver la estructura y funcionamiento básico de una celda (célula) de baterías de Ion-Litio. La tensión que proporcionan es de 3,6V, aunque este valor depende mucho de la temperatura ambiente y de la carga.



El salto más importante que estamos viviendo ahora mismo, para pasar de autonomías homologadas de unos 150 a 200 km, hasta los actuales 400 a 500 km, ha sido gracias al empleo de nuevas celdas de batería de iones de litio con níquel y cobalto (aunque también ha ayudado una distribución de las celdas y componentes internos de la batería más compacta, que aprovecha mejor el volumen del paquete de batería).

Normalmente se emplean ánodos de grafito, o grafito y silicio, y cátodos de litio, níquel, cobalto y aluminio, por ejemplo **Panasonic**, para Tesla, o de litio, níquel, manganeso y cobalto, por ejemplo **LG Chem**, para Renault, Chevrolet, Opel, Volkswagen y otros fabricantes.

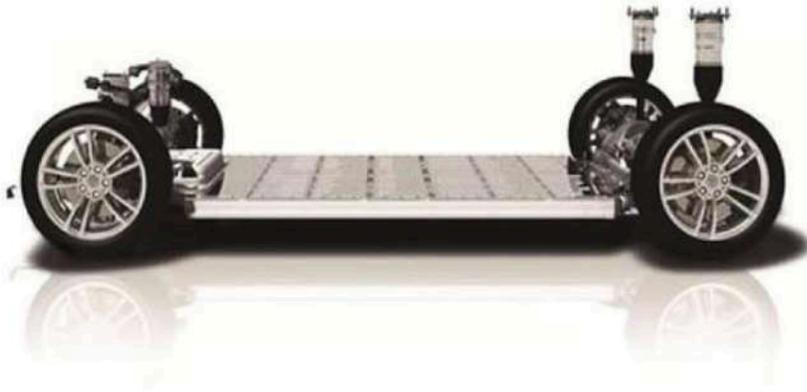
Estas últimas tienen además la ventaja de que tienen también una mayor vida útil (aproximadamente el doble) que las batería de iones de litio "antiguas", mientras que mantienen o mejoran ligeramente la velocidad de recarga y apenas aumentan el peso de la batería (algo menos de un 10 %). Eso sí, son algo más caras, aunque el impacto en el precio final de venta del coche se quede entre un 5 y un 10 % aproximadamente.

Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos

Hemos pasado por tanto de una densidad energética de algo más de 250 Wh/l (y una energía específica de unos 100 Wh/kg) de las primeras baterías de iones de litio, hasta aproximadamente entre 400 Wh/l (180 Wh/kg) y 650 Wh/l (250 Wh/kg). Esta es la realidad presente en la que se basan la mayoría de los fabricantes para proponer nuevos modelos de coches eléctricos con una autonomía bastante digna, alrededor de los 500 km.

Los avances en la tecnología Li-ion presentan una oportunidad de duplicar la densidad energética desde 100Wh/kg a 250Wh/kg a través del uso de nuevos cátodos de alta capacidad, electrolitos de alto voltaje y el uso de nuevos materiales anódicos. Actualmente, está claro que casi se ha logrado el objetivo... por Tesla con baterías de densidad energética de 233 Wh/kg. El Nissan Leaf se conforma con 155 Wh/kg y el Renault Zoe 157 Wh/kg.

El diseño actual P90D de Tesla utiliza un bloque de baterías situado bajo el suelo de su chasis "monopatín" (figura inferior). Esto hace que el vehículo pueda almacenar un gran volumen de células de baterías maximizando el espacio interior del vehículo, aunque deja la batería indefensa en caso de accidente.



El nuevo pack de baterías P100D tiene la misma apariencia exterior y a primera vista también utiliza dos filas de células de iones de litio y, sin embargo, consigue almacenar 100kwh de densidad energética en el mismo modelo de batería que anteriormente contaba con 90kwh y pesaba solo un 4 % menos. Se trata de más de 11 veces la energía que un hogar británico medio utiliza en un día normal.

Ejemplo de baterías Ion-Litio utilizadas por los distintos fabricantes de coches:

Batería de Ion-Litio utilizada por el Mitsubishi i-MiEV.

Partimos de la célula Yuasa LEV50. Cada célula de Litio-ion (más exactamente Lithium Manganese Oxide, LiMn_2O_4), proporciona una tensión de 3,7V nominales, 50 Ah, todo ello empaquetado en un recipiente rectangular de 17 cm de largo, 11 de ancho y 4,5 de grueso, de algo menos de 2 kgs.

Se ponen 88 de estas células en serie, ni más ni menos. Estas células se agrupan en módulos de 4 unidades conectadas en serie, de modo que cada uno tiene unos 14.7V. y 50 A·h.

Autos Eléctricos

Composición pack de baterías del i-MiEV



Célula (LEV50)



Módulo (LEV50-4)



Pack de baterías

Composición del pack de baterías

El pack está formado por 88 células ion-litio de 14,8Vx50Ah. cada una.

Las células a su vez forman 10 módulos que contienen 8 células cada uno. Mas otros dos módulos con 4 células.

Tensión total de la batería: 330V

Capacidad de carga: 16kWh

Rendimiento del vehículo

- Autonomía: 180km

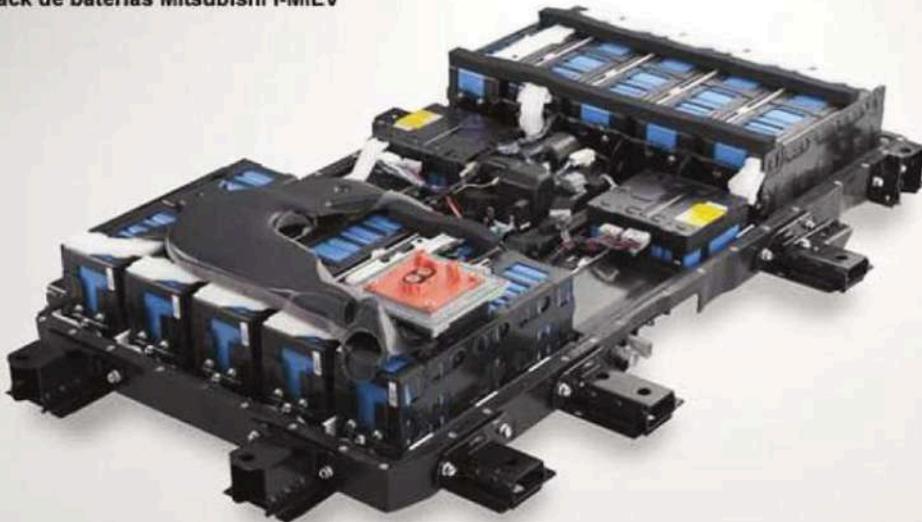
- Carga rápida: 0 - 80% en 30 minutos



Mitsubishi i-MiEV

La batería se distribuye por los bajos de los asientos como se puede ver en la figura inferior.

Pack de baterías Mitsubishi i-MiEV

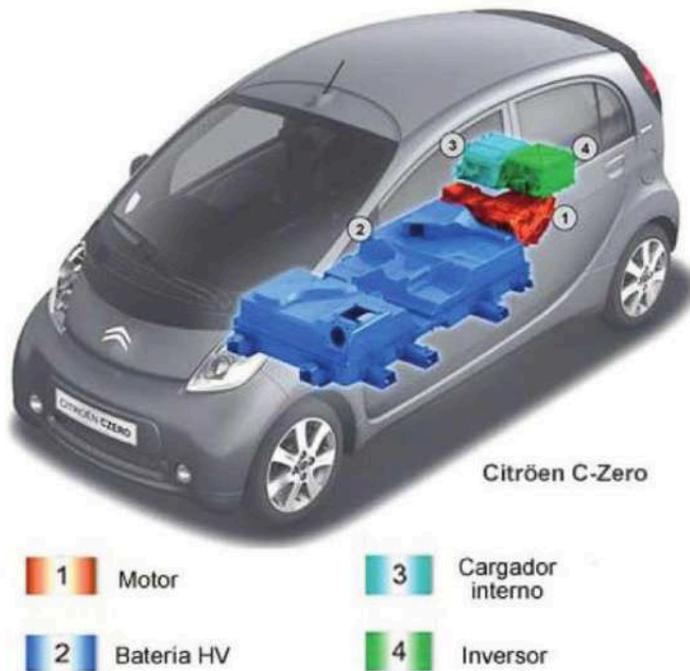


En junio de 2011 el fabricante original del vehículo, Mitsubishi, anunció que instalará baterías de Toshiba con tecnología SCIB, basada en un ánodo de titanato de litio (Li₂TiO₃ o LTO). Dicha tecnología permite una intensidad de carga/descarga 2.5 veces superior a una batería típica de litio-ión y proporciona hasta 1.7

Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos

veces más autonomía, con un menor calentamiento que elimina la necesidad de refrigerarlas cuando la potencia consumida o aportada es alta. Además, es más resistente a un cortocircuito interno y mantiene los niveles de rendimiento incluso en temperaturas de hasta $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con esta tecnología el i-Miev será capaz de realizar una carga rápida bajo estándar CHAdeMO hasta el 80% en 15 minutos, 50% en 10 minutos y 25% en 5 minutos, lo cual acercará al pequeño coche eléctrico japonés a la rapidez de un repostaje convencional.

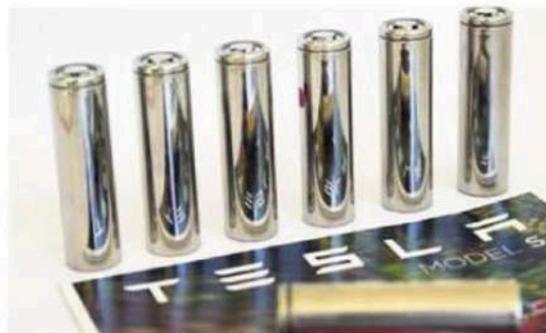
El Mitsubishi i-MiEV comparte estética y tecnología con sus hermanos, el Citroën C-Zero y Peugeot iOn. Es decir utiliza la misma batería, motor eléctrico y la parte electrónica para la gestión del funcionamiento del vehículo.



Batería de Ion-Litio de TESLA

El Tesla Model S coloca el paquete de baterías plano, con poca altura, bajo el suelo del habitáculo, ocupando al máximo el espacio disponible entre los dos ejes. La batería colabora con la rigidez torsional del coche y al suponer mucho peso, muy abajo, ayuda a rebajar el centro de gravedad del coche, y mejorar la estabilidad.

Emplea celdas cilíndricas de iones de litio Panasonic NCR18650A de 3070mAh y 3,6 V (nominal) colocadas en vertical y separadas entre sí para disipar mejor el calor.



Autos Eléctricos

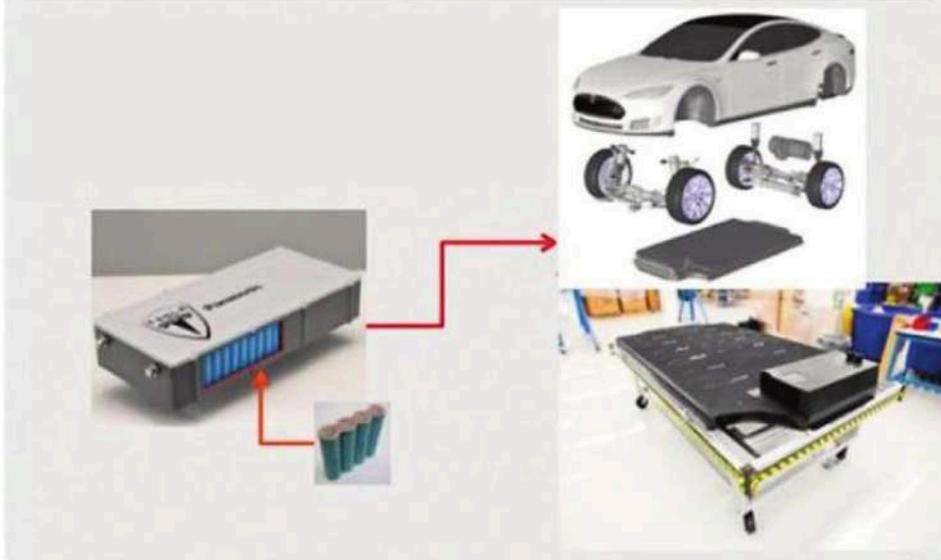
Es un poco difícil decir cuántas celdas hay, porque los 85kWh de la batería son de capacidad útil, y no se precisa cuál es la capacidad bruta de la batería. Tesla, como otros fabricantes, es celoso de decir con exactitud cuánto margen de seguridad dejan, pero algo de margen tiene que haber, pues para alargar la vida útil de las baterías no se recargan al 100% ni se descargan al 0%.

Si el margen es similar al que dejaban en las baterías del Tesla Roadster, se venía a aprovechar el 93% de la capacidad bruta de las baterías, y eso implicaría tener una batería de unos 91,4 kWh brutos, con lo que debería de haber cerca de 8.300 celdas (unas 7.690 como mínimo para los 85 kWh). Si confirmó Tesla que la batería lleva más de 7.000 celdas (para no pillarse los dedos y no contar demasiado). Solo las celdas pesarían entre 358 y 383 kg aproximadamente.



Agrupación de celdas en una batería de TESLA

TESLA BATTERY PACK – PANASONIC

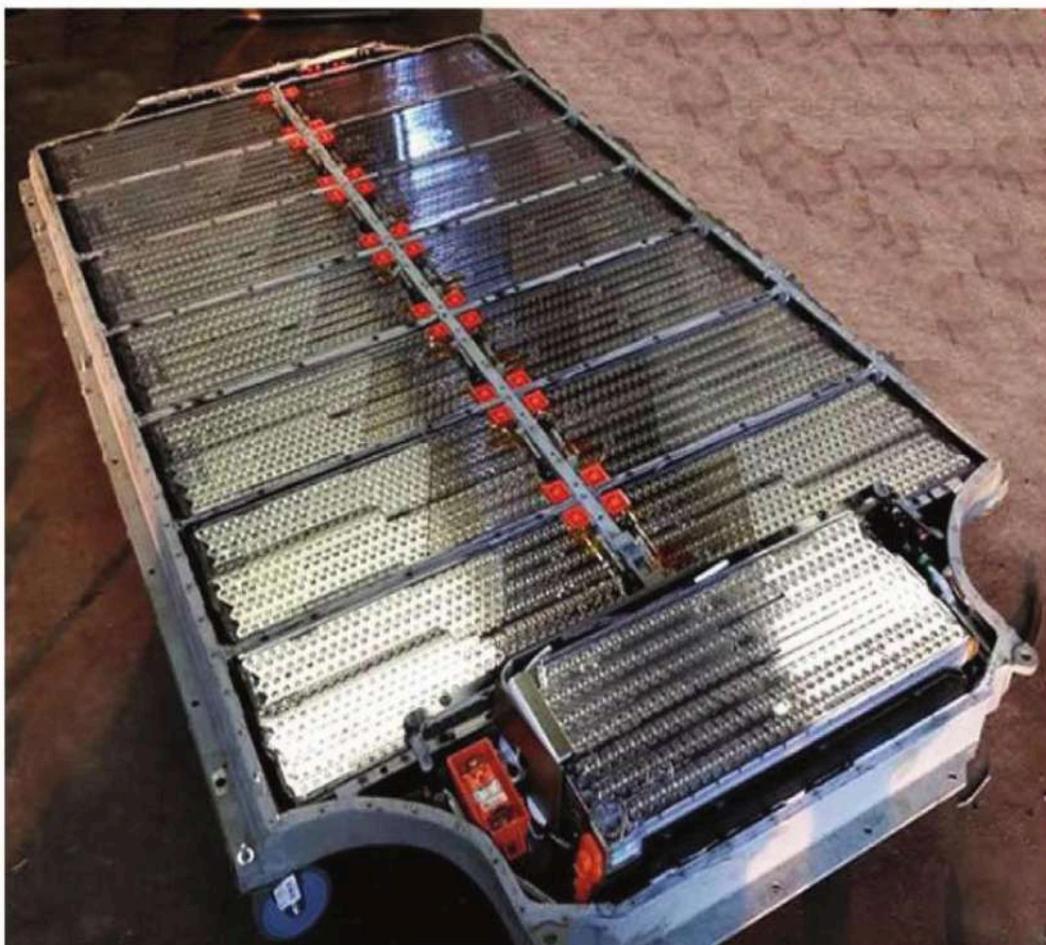


Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos

La batería del Tesla Model S está climatizada, tanto en refrigeración como en calefacción por líquido, con una mezcla de agua y glicol (para evitar el congelamiento en invierno con temperaturas bajo cero).

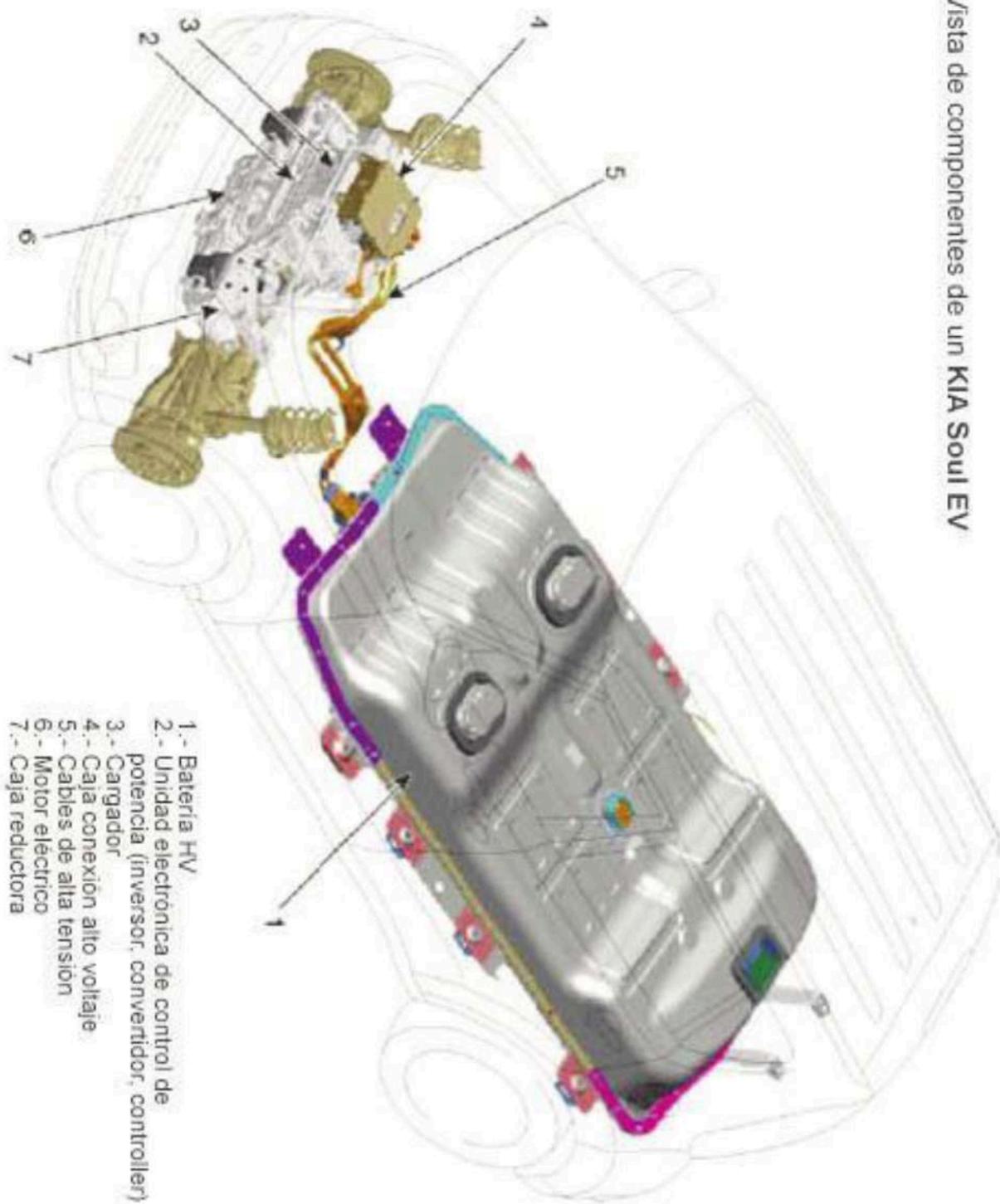
En principio esta estructura de batería con muchas celdas pequeñas con intersticios entre ellas, y la refrigeración por líquido, permite soportar mejor las altas temperaturas de las recargas a muy alta potencia de los supercargadores.

Tesla Motors da una garantía de ocho años y kilometraje ilimitado a la batería de 85 kWh (la de 60 kWh se queda con 200.000 km). El resto del coche viene con una garantía más convencional de cuatro años y 80.000 km. En la figura inferior se puede ver el interior de una batería de un Tesla Model S.



El Tesla Model S (figura inferior) se puede pedir con dos capacidades de baterías. El más barato, viene con el paquete de baterías de 60 kWh, que homologa en Europa, en ciclo combinado (NEDC) 375 km de autonomía. Con el paquete de baterías de 85 kWh, homologa en Europa en ciclo NEDC 500 km de autonomía. Este modelo además es más potente, e incluye el uso de la recarga ultra-rápida de los supercargadores.

Vista de componentes de un KIA Soul EV



- 1.- Batería HV
- 2.- Unidad electrónica de control de potencia (inversor, convertidor, controller)
- 3.- Cargador
- 4.- Caja conexión alto voltaje
- 5.- Cables de alta tensión
- 6.- Motor eléctrico
- 7.- Caja reductora



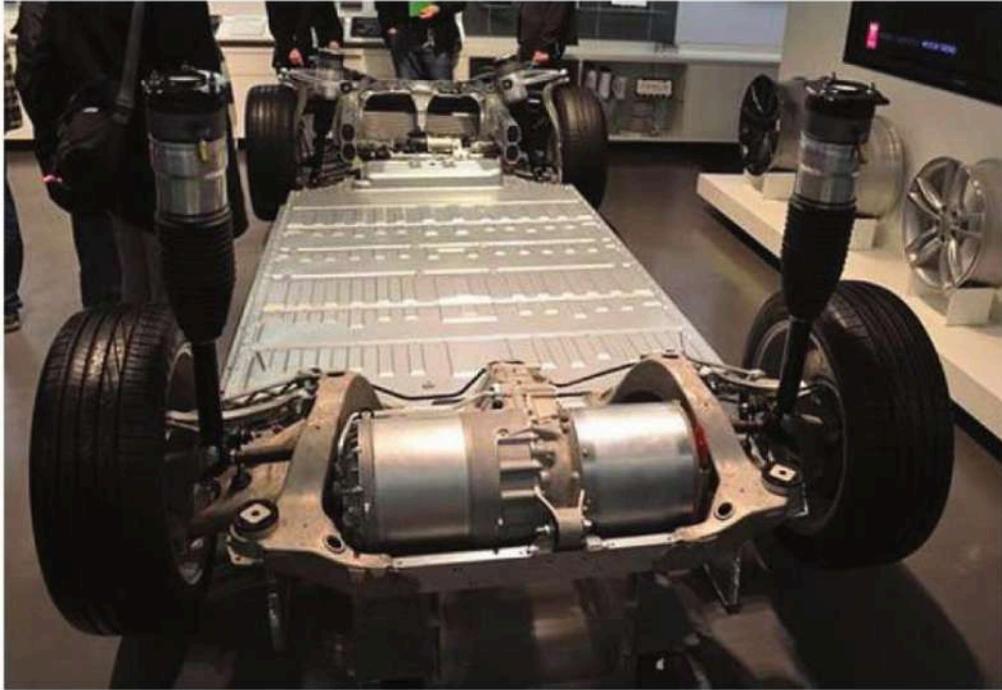
LAS BATERÍAS DE ION-LITIO DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS EN LOS VEHÍCULOS COMERCIALES

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

Continuamos con el análisis y el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos y sus componentes.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores. "Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua página: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta página es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web está dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene ánimo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega continuamos con el análisis de las baterías de Ion-Litio de estos vehículos.

www.aficionadosalamecanica.com



Batería Ion-litio del Nissan Leaf

El Nissan Leaf, tiene una batería de 48 módulos conectados en serie, y cada uno de esos módulos lleva cuatro celdas y es de 7,6 V (2 celdas en serie de 3,8V) y 66,2 Ah (dos grupos en paralelo de 33,1 Ah). Su nomenclatura es 48S 2P 2S. En resumen, obviando los módulos el Leaf lleva dos grupos paralelos de 33,1 Ah y cada uno de esos grupos lleva 96 celdas de 3,8 V en serie. En total $3,8 \text{ V} \times 96 \text{ celdas}$ son los 364,8 V del pack y $364,8 \text{ V} \times 33,1 \text{ Ah} \times 2$ son los 24 kWh de capacidad del pack (24.150 Wh). En total esta batería lleva 192 celdas.



Batería de Iones de litio (Li-on) en un Nissan Leaf

Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos



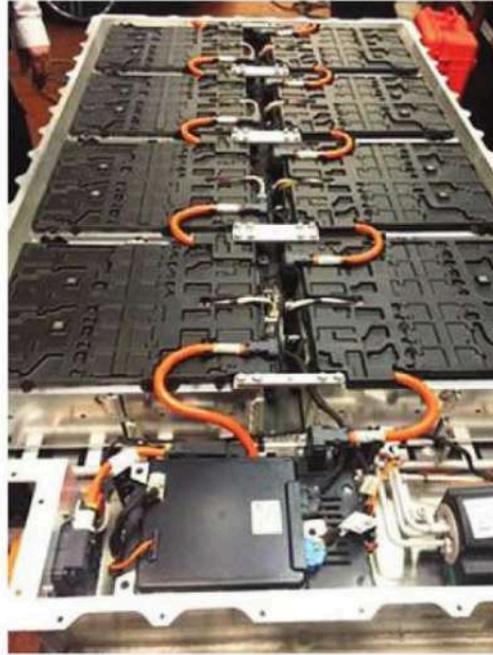
Batería de Ion-Litio del BMW i3

Dispone de una batería de iones de litio de 22 kWh y 204 kg. situada en la parte baja del vehículo, haciendo así más bajo su centro de gravedad. La capacidad útil es de 18,8 kWh.

Un sistema de refrigeración basado en gas mantiene la batería en la temperatura ideal de funcionamiento para aumentar las prestaciones y la vida de la batería.

Los 22 kWh de la batería del i3 le permiten recorrer entre 130 y 160 kilómetros.





Baterías Zebra (NaNiCl)

El THINK City coche eléctrico pequeño de fabricación en Noruega, tiene una batería de cloruro de sodio y níquel (NaNiCl), también conocidas como Zebra. En algunos países se vende este coche también con una batería de iones de litio, del mismo tipo que usan otros automóviles eléctricos, como el Mitsubishi i-MiEV.



La batería del THINK City está ubicada en la zona inferior del habitáculo, debajo de los asientos. El motor está delante, junto con el resto de los elementos mecánicos. La tracción es delantera.

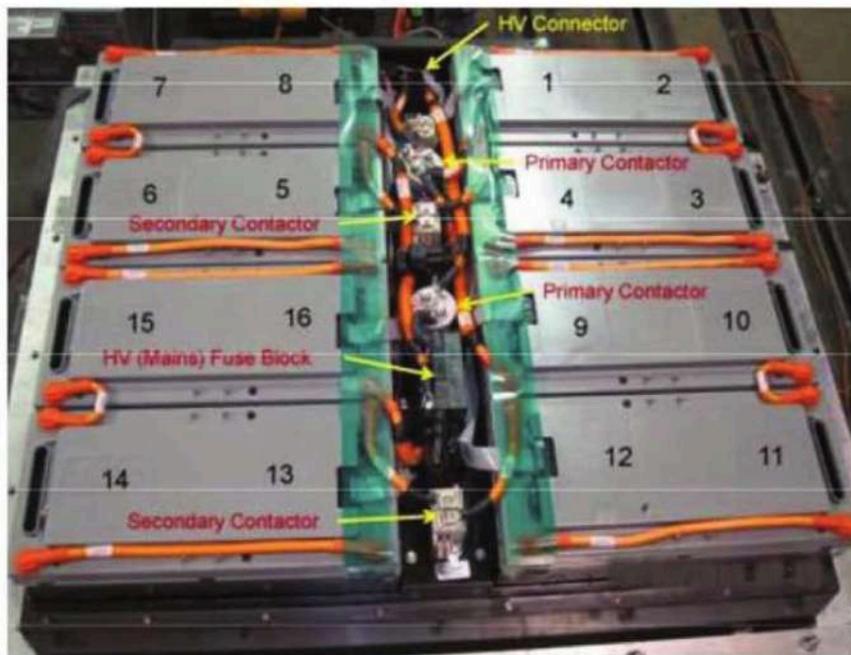
La batería de este coche (figura inferior), cuya identificación completa es ZEBRA Z36-371-ML3X-76 (habitualmente abreviada como ZEBRA Z36), tiene un voltaje nominal de 371 voltios, su energía total son 28,2 kWh y su energía aprovechable 23 kWh. Pesa 243 kg. Es decir, tiene una densidad energética de 116 Wh/Kg. La batería de un Mitsubishi i-MiEV, que es de iones de litio, pesa 230 kg y almacena 16 kWh; esto es, tiene una densidad energética de 70 Wh.

Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos



Esta batería de cloruro de sodio y níquel tiene algunas ventajas con respecto a las de iones de litio: es más robusta, puede funcionar en un rango de temperatura ambiente más amplio y su fabricación es más económica. Además, —al contrario de lo que sucede con las de iones de litio— la temperatura ambiente no afecta apenas a su rendimiento. Esto se debe a que este tipo de baterías funcionan a una temperatura interna de entre 260 y 350° C.

Por eso, tiene un gran aislamiento térmico y cuando no se usa una parte de la energía que almacena se destina constantemente a mantenerla caliente. Una vez que la batería ya está caliente, se utilizan constantemente 100 W para mantener la temperatura de funcionamiento. Cuando está en funcionamiento, la propia reacción química de la batería desprende el calor necesario para mantener esa temperatura.



Vista interior de un batería Zebra

Esto hace que, si no se usa el THINK City y se tiene sin enchufar, la batería se vaya descargando. El manual especifica que en estas condiciones la batería dura «más de una semana» y aconseja que se tenga enchufado siempre que no se utilice.

En caso de que se no vaya a usarse durante un tiempo y no se pueda (o no se quiera) dejarlo enchufado, el autocalentamiento y el consumo de energía se puede desconectar mediante un botón en la caja de fusibles. Esto hace que la batería poco a poco llegue a la temperatura ambiente. El manual advierte de que es mejor evitar este ciclo térmico, aunque la batería lo tolera. Cuando se quiera volver a utilizar el coche, habrá que enchufarlo previamente para que la batería vuelva a alcanzar la temperatura de funcionamiento. Si la temperatura ambiente son 20° C, este proceso tarda 30 horas.

El cargador que viene con el coche puede ajustarse mediante un botón para que cargue con 10 ó 16 A de intensidad. Así, la batería del THINK City puede cargarse aunque se tenga poca potencia disponible (se necesita una potencia disponible de 2.200 W como mínimo). Partiendo de una batería totalmente descargada, con 16 A de corriente tarda 11 horas en cargarse totalmente; en 7 horas se carga a un 80% de su capacidad. Si se carga a 10 A, los tiempos aumentan alrededor de un 30% (14,3 y 9,1 horas, respectivamente).

Batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH)

Esta batería ampliamente utilizada por Toyota en sus modelos híbridos como el Prius, Auris, etc, no es una batería comparable con las de Ion-litio que hemos visto, en cuanto a tamaño y capacidad, pero nos sirve para conocerla.



Una batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de óxido de níquel (NiOOH), como la batería de níquel cadmio, pero su cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esto permite eliminar el cadmio, que es muy caro y, además, representa un peligro para el medio ambiente. Asimismo, posee una mayor capacidad de carga (entre dos y tres veces más que la de una pila de NiCd del mismo tamaño y peso) y un menor efecto memoria. Por el contrario, presentan una mayor tasa de auto descarga que las de NiCd (un 30% mensual frente a un 20%), lo cual relega a estas últimas a usos caracterizados por largos periodos entre consumos (como los mandos a distancia, las luces de emergencia, etc.), mientras que son desplazadas por las de NiMH en el de consumo continuo.

Las Baterías de Ion-Litio de los Autos Eléctricos



Cada celda de Ni-MH puede proporcionar un voltaje de 1,2 voltios y una capacidad entre 0,8 y 2,9 amperio-hora. Su densidad de energía llega a los 80 Wh/kg. Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria, en el que en cada recarga se limita el voltaje o la capacidad (a causa de un tiempo largo, una alta temperatura, o una corriente elevada), imposibilitando el uso de toda su energía. Algunos de sus inconvenientes son las "altas" temperaturas que alcanzan durante la carga o el uso. Para alargar la vida de la batería y aumentar sus ciclos de carga, la batería se mantiene entre un 20% y un 80% de la carga para optimizar su vida útil.



Autos Eléctricos

Evolución automotriz

Marcas como Nissan, Chevrolet, BMW, Renault y Tesla encabezan el frente con productos que presentan un avance en el uso de nuevas tecnologías y energías para una movilidad sustentable

■ Ventajas ■ Desventajas

Estacionamientos preferentes
Diversos establecimientos ofrecen a sus visitantes que utilizan vehículos híbridos y eléctricos lugares con estación de carga

Engomado E
En la Ciudad de México y Edomex se ofrece un engomado "E" para identificarlos y que puedan circular todos los días

Son divertidos para manejar
Con un mayor torque, un centro de gravedad más bajo y sin cambiar velocidades, el manejo es más silencioso y suave.

Poco mantenimiento
Estos autos tienen menos partes móviles, por lo que requieren menor mantenimiento. No hay cambio de aceite, bujías, etcétera

Tiempos de recarga
Los lapsos en el repostaje de energía están en un promedio de 30 minutos en cargadores rápidos, mientras que en los domésticos se eleva hasta 8 horas

Carencia de infraestructura
En la ciudad de México existen pocos puntos de recarga pública para estas unidades

Componentes caros
Al contar con un sistema de tecnología avanzada, las refacciones son costosas

Otras ventajas

Aire más limpio
Al ser vehículos que no generan emisiones contaminantes a la atmósfera

Menor nivel de estrés
Por tener un empuje 100% eléctrico, son silenciosos, lo que ayuda a los conductores a mantenerse relajados

Exención de impuestos
Estas unidades tienen incentivos como estar exentos de algunos pagos tales como el Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN), verificación, tenencia y una tarifa fija en CFE

Otras desventajas

Caros
Al día de hoy, este tipo de autos tienen un precio de venta poco accesible

Escasa autonomía
Al ser una nueva tecnología, estos automóviles pueden recorrer con una carga de la batería un promedio de 180 km

Reparaciones especializadas
Ante cualquier avería, tendrás que llevar la unidad a la agencia porque no existen talleres especializados que te puedan sacar de un apuro

Datos

Ventas globales de vehículos en 2040 (Cifra estimada)



250

unidades vendidas de este tipo, es la mayor cifra para una armadora en México (Nissan)



245 MIL

vehículos cero emisiones circulan en Estados Unidos



75%

de ahorro en consumo de combustible frente a un auto a combustión de 4 cilindros



290 MIL

pesos es el costo del auto eléctrico de menor precio en el mercado mexicano (Renault Twizy ZE)

Fuente: Nissan, Chevrolet, AMDA y Chergenow.com

Gráfico: Luis Calderón



LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS MONITOREO

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

Continuamos con el análisis y el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos y sus componentes.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores. "Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua página: "mecanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta página es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web está dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene ánimo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega veremos aspectos generales de las baterías de alta tensión (HV).

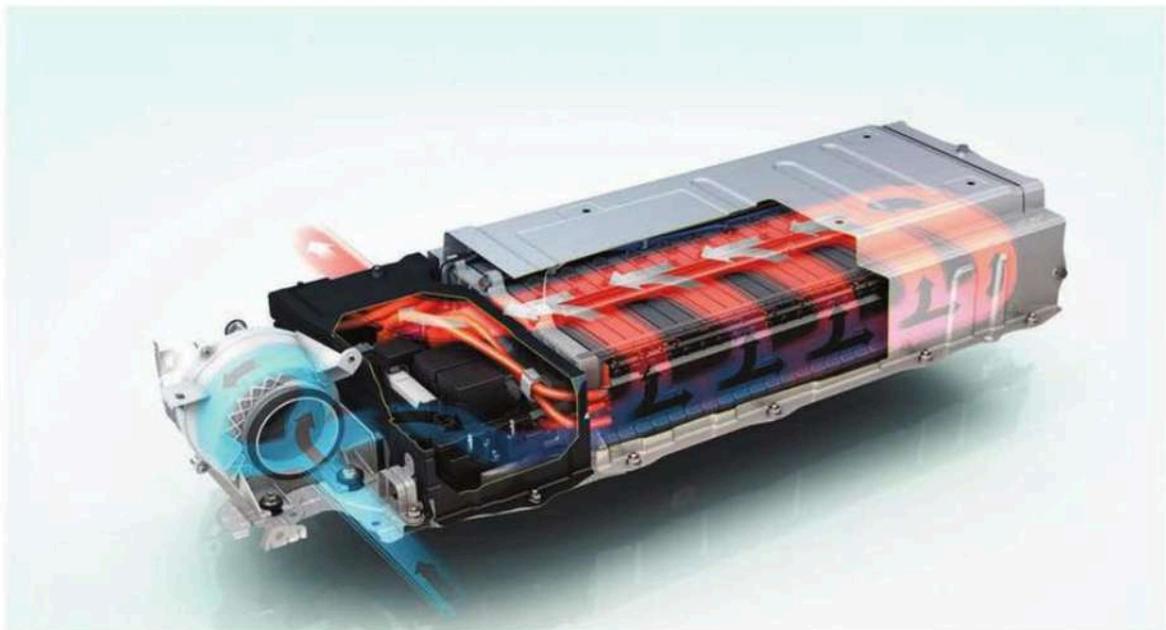
www.aficionadosalamecanica.com

Batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH)

Esta batería ampliamente utilizada por Toyota en sus modelos híbridos como el Prius, Auris, etc, no es una batería comparable con las de Ion-litio que hemos visto, en cuanto a tamaño y capacidad, pero nos sirve para conocerla.



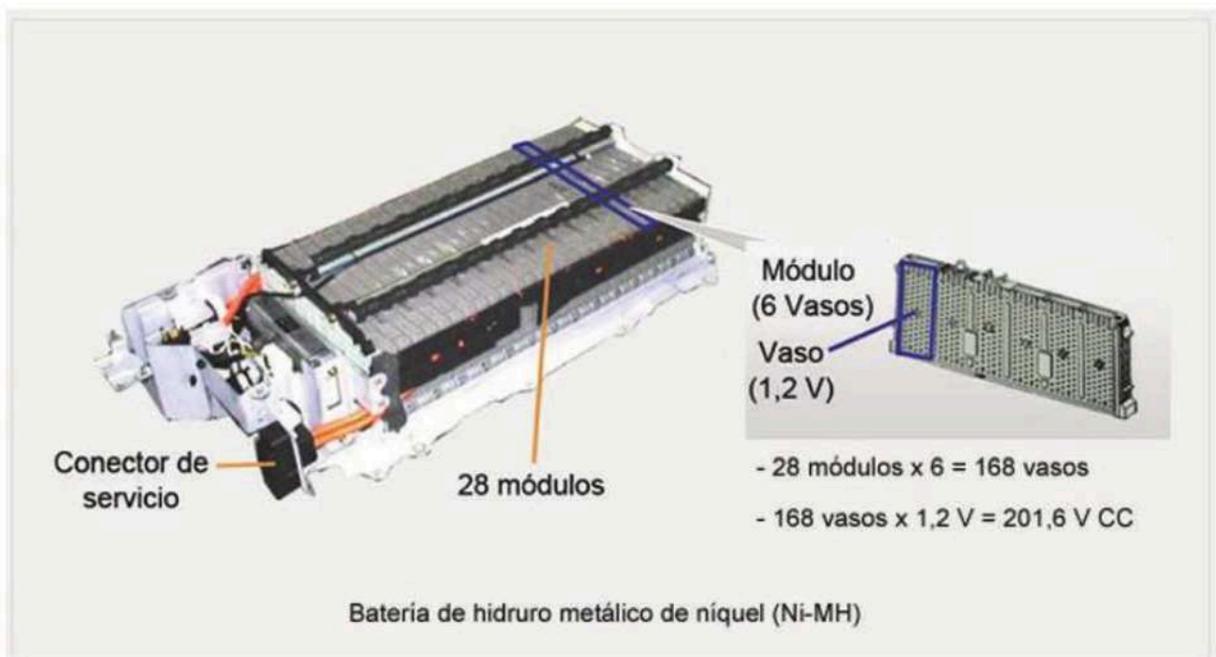
Una batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de hidróxido de níquel (NiOOH), como la batería de níquel cadmio, pero su cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esto permite eliminar el cadmio, que es muy caro y, además, representa un peligro para el medio ambiente. Asimismo, posee una mayor capacidad de carga (entre dos y tres veces más que la de una pila de NiCd del mismo tamaño y peso) y un menor efecto memoria. Por el contrario, presentan una mayor tasa de auto descarga que las de NiCd (un 30% mensual frente a un 20%), lo cual relega a estas últimas a usos caracterizados por largos periodos entre consumos (como los mandos a distancia, las luces de emergencia, etc.), mientras que son desplazadas por las de NiMH en el de consumo continuo.



Las Baterías HV de los Autos Eléctricos



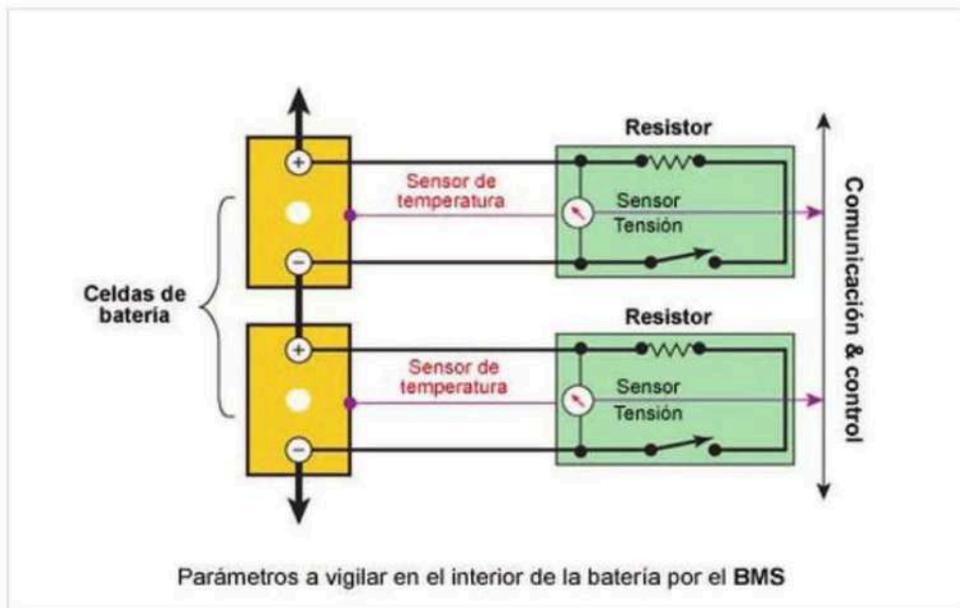
Cada celda de Ni-MH puede proporcionar un voltaje de 1,2 voltios y una capacidad entre 0,8 y 2,9 amperio-hora. Su densidad de energía llega a los 80 Wh/kg. Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria, en el que en cada recarga se limita el voltaje o la capacidad (a causa de un tiempo largo, una alta temperatura, o una corriente elevada), imposibilitando el uso de toda su energía. Algunos de sus inconvenientes son las "altas" temperaturas que alcanzan durante la carga o el uso. Para alargar la vida de la batería y aumentar sus ciclos de carga, la batería se mantiene entre un 20% y un 80% de la carga para optimizar su vida útil.





Monitorización de la batería HV

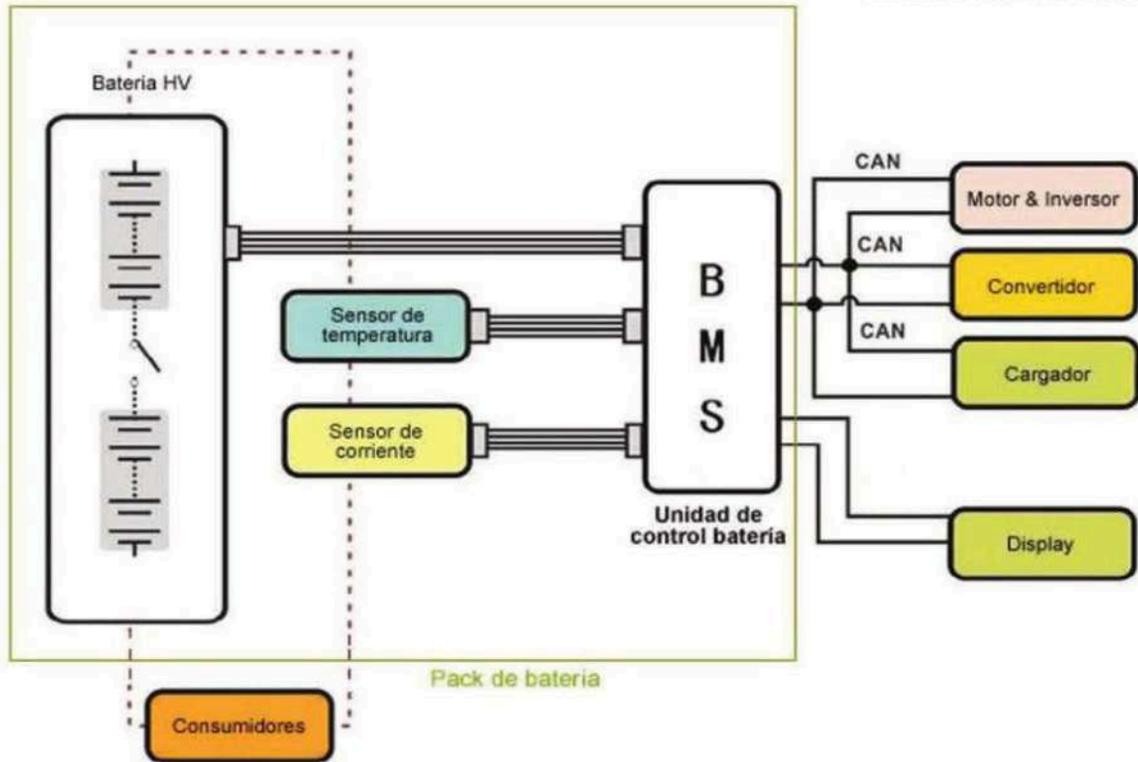
Las baterías de alta tensión (HV) no solo son un recipiente que almacena la tensión, además cuenta con una gestión electrónica que sirve para monitorizar la batería en su trabajo de carga y descarga de tensión, teniendo en cuenta parámetros importantes como son la temperatura, intensidad de carga/descarga y la tensión de las celdas o conjunto de celdas que forman un módulo. Para hacer esta monitorización una unidad de control de batería denominada BMS (Battery Management System), se encarga de esta función, además sirve para comunicarse con otras unidades de control fuera de la batería, como la que controla el motor eléctrico y por lo tanto la velocidad del automóvil, la recuperación de energía en las frenadas, etc.



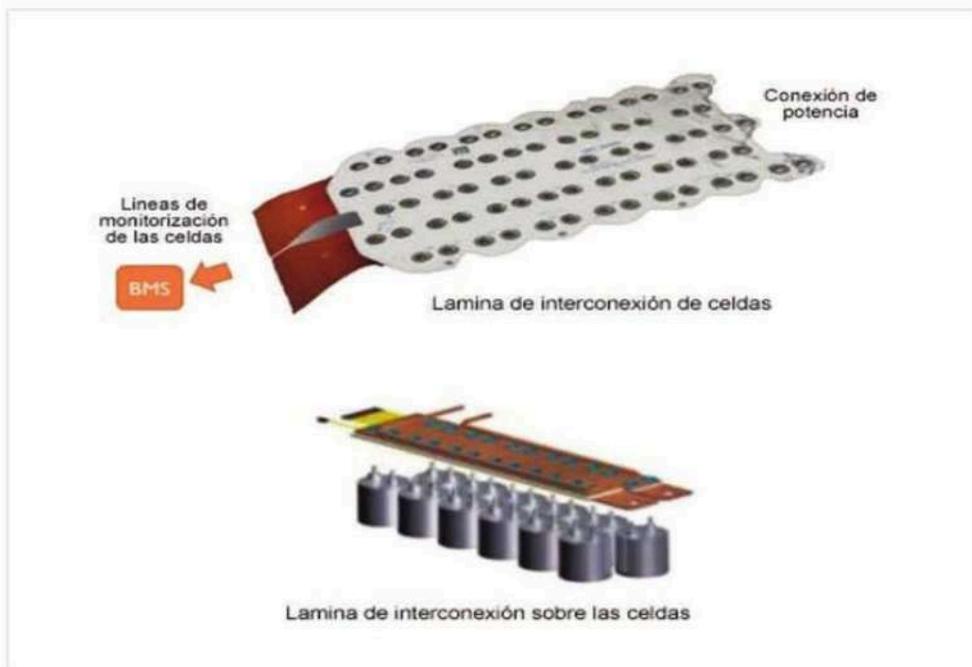
El funcionamiento del BMS consiste en medir la tensión de cada celda individualmente, y cortar la carga cuando está completa. Por tanto, hay que llevar un cable a cada celda desde el BMS. Asimismo, ecualiza o balancea todo el paquete de celdas. ¿Qué es ecualizar o balancear? Pues simplemente igualar la carga entre ellas. Es evidente que las celdas no son perfectas, y por las tolerancias de fabricación, unas aceptan mayor carga que otras, o simplemente unas se degradan antes. Este sistema también está en estrecha comunicación con la ECU del sistema eléctrico.

Las Baterías HV de los Autos Eléctricos

www.aficionadosalamecanica.com



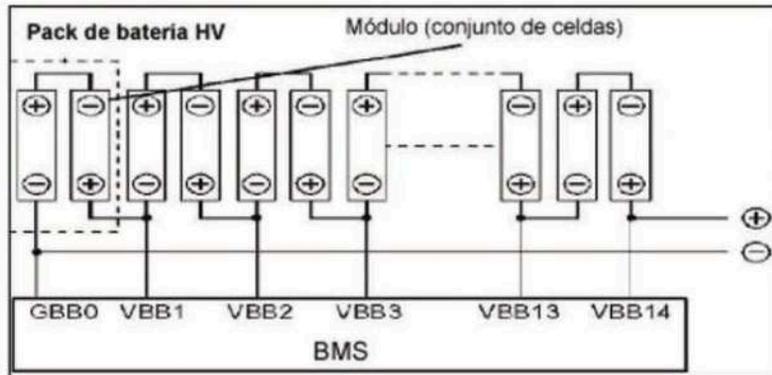
En el interior de la batería, la interconexión entre las celdas que la forman se puede hacer como se ve en la figura inferior. Una lamina hace de conexión entre las distintas celdas que forman la batería. Esta lamina por una parte une eléctricamente los polos de cada celda, para proporcionar la tensión final de la batería o módulo de batería. Por otra parte la lamina sirve para monitorizar las celdas o grupos de celdas, trasladando dicha información al BMS.



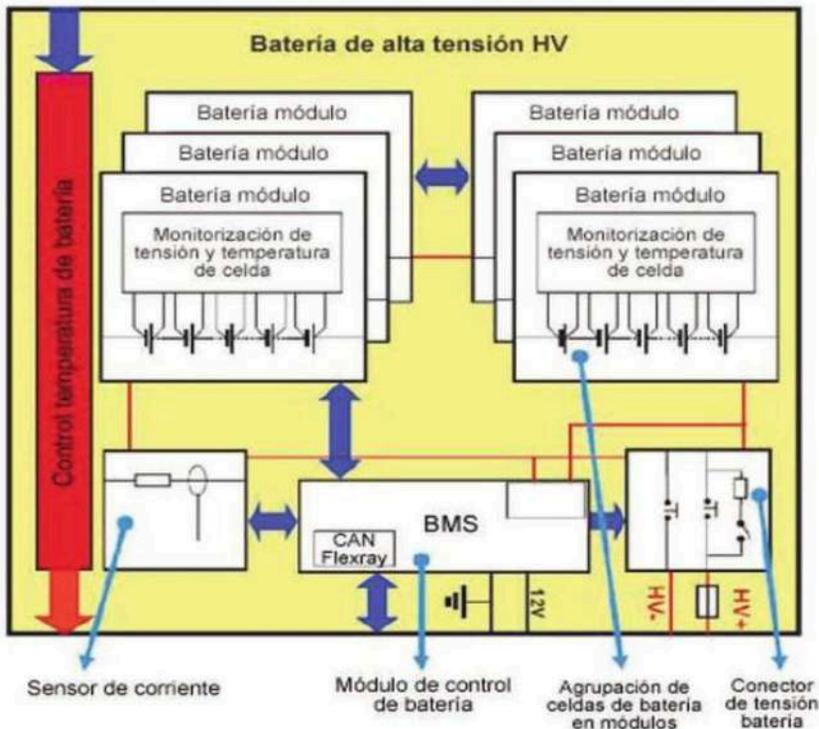
Autos Eléctricos

Como ejemplo se puede ver como se hace la monitorización dentro de una batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) utilizada por Toyota en sus modelos híbridos. Cada módulo de 15, 78 V tiene un monitoreo de voltaje que va a la BMS de la Batería. Cada monitoreo toma progresivamente la suma de los módulos, de tal forma que el monitoreo del paquete 1 (VB1) deberá medir 15,78 V y ser luego progresivos así: VB1= 15,78V, VB2=31,42V; VB3=47,20V;VB14= 220V

De esta forma si por algún motivo es interrumpida alguna serie o una serie está en corto la BMS de la Batería no verá el incremento de voltaje deseado y generara el respectivo código de error.

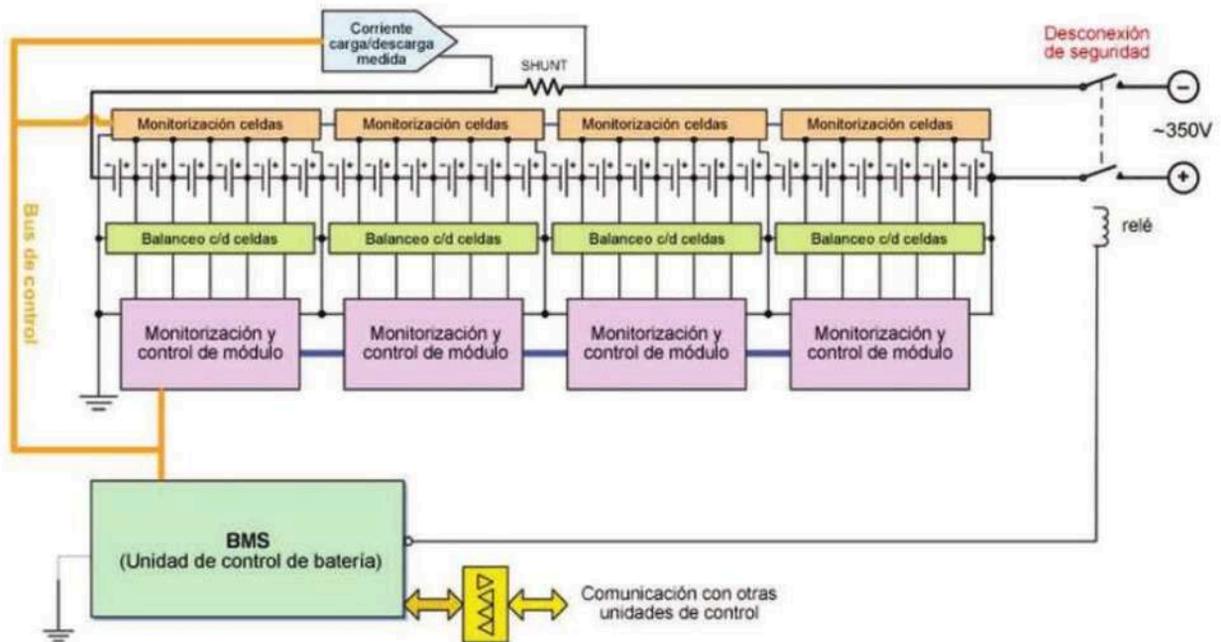


Los cables de monitoreo salen de los diferentes puntos de medida, dispuestos después de cada serie de dos o sea después de cada uno de los 14 módulos, y llevan este valor a la BMS de la batería como se puede apreciar en el diagrama eléctrico. Adicionalmente en la BMS de la batería tenemos conexión a la red CAN, también tenemos el control del electroventilador para enfriamiento de la batería, los sensores de temperatura que informan la temperatura de las baterías y los relés, que son los que posibilitan que la tensión de estas baterías salga hacia afuera para alimentar los distintos sistemas del automóvil.



Las Baterías HV de los Autos Eléctricos

Otro ejemplo de monitorización de la batería HV lo tenemos en la siguiente figura.



Refrigeración de las baterías

Para que las baterías trabajen siempre en su rango térmico ideal, todos los coches eléctricos incluyen un sistema de refrigeración que mantiene las baterías a temperatura constante. Pero el sistema consume energía eléctrica al tratar de compensar el exceso de frío o calor ambiental, por lo que la autonomía se reduce, y es un dato a tener en cuenta.

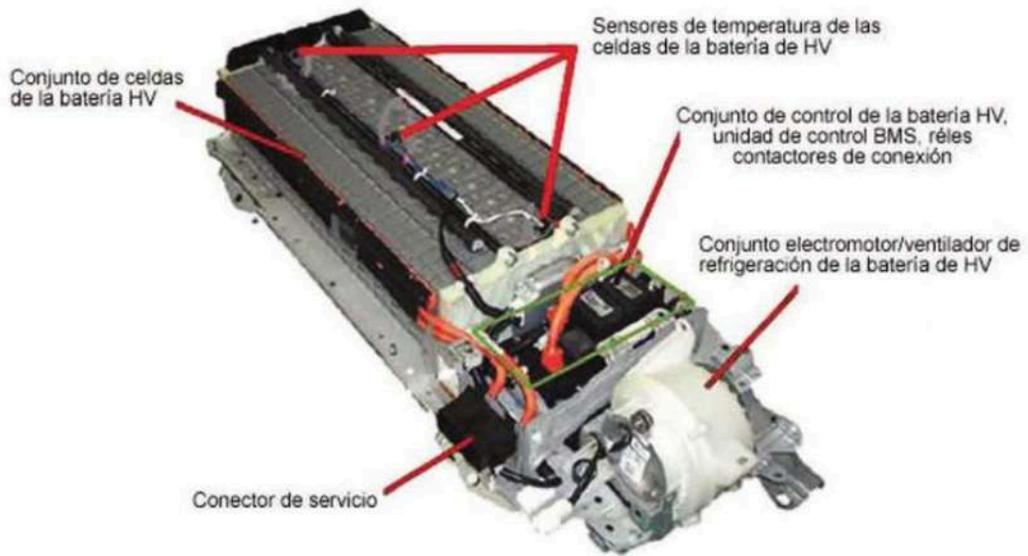
Durante la carga/descarga el calor interior aumenta y estas baterías para su correcto funcionamiento deben operar dentro de unos rangos de temperatura determinados. Así por ejemplo, las baterías NiMH son capaces de operar en descarga con temperaturas desde 20 °C hasta 50 °C y en carga desde 0 °C hasta 45 °C aproximadamente. Si nos encontramos fuera de estos límites, tendremos que o bien calentar o bien refrigerarlas para así mantenerlas en las condiciones óptimas de funcionamiento.

Decir que la temperatura ambiente también influye en el rendimiento de la batería. Con temperaturas bajo cero se pierde densidad energética. A -10 grados, la autonomía cae casi un 25%, pero la potencia o aceleración hasta un 60%. Con calor extremo las pérdidas no son tan dramáticas como con frío, aunque sí notorias.

Decir que mientras las temperaturas frías disminuyen la capacidad de la batería, pero no afecta a la vida útil de esta. Las temperaturas muy altas, además de afectar a la capacidad de la batería, también afecta a su vida útil. El calor extremo puede degradar la electroquímica interior de la batería,

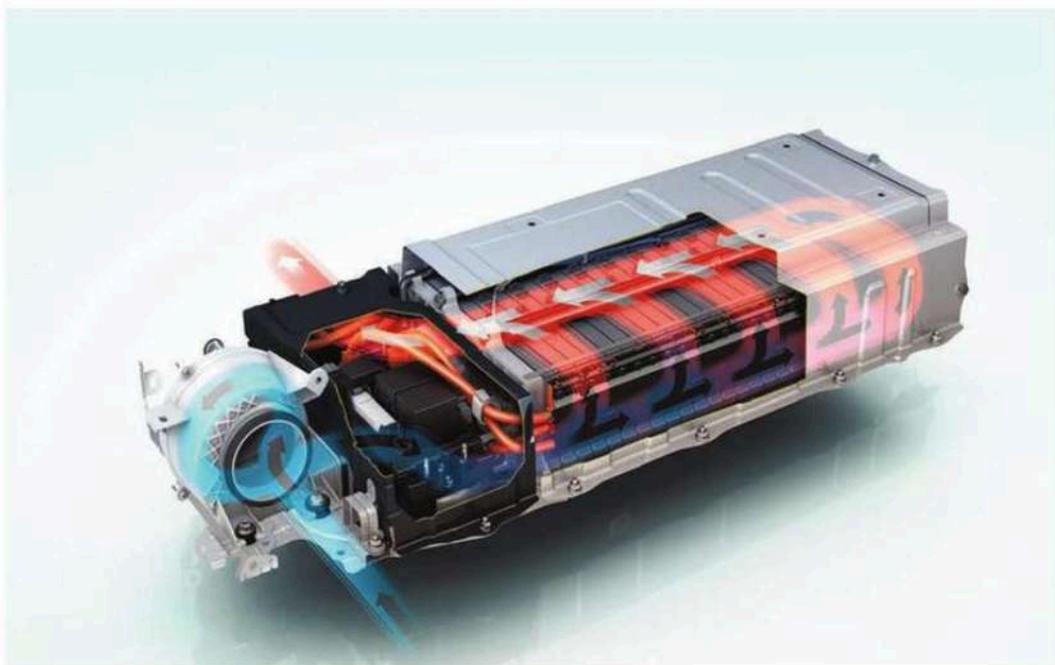
Una cosa que habrá llamado la atención de aquellos usuarios que dispongan de vehículos híbridos o cien por cien eléctricos es la existencia de tomas de ventilación en la cercanía de los asientos traseros. Los fabricantes anuncian que sirven para la refrigeración del sistema de baterías y que nunca deben encontrarse obstruidas (por ejemplo con una chaqueta, un paraguas, una bolsa, etc.).

Como se puede ver en la figura inferior, Toyota en sus híbridos, monta en su batería HV, un sistema de refrigeración de aire forzado. La BMS de la batería supervisa el estado de la batería HV y controla el ventilador de refrigeración para mantener la batería a una temperatura predeterminada. Para controlar la temperatura utiliza una serie de sensores distribuidos por las celdas de la batería.



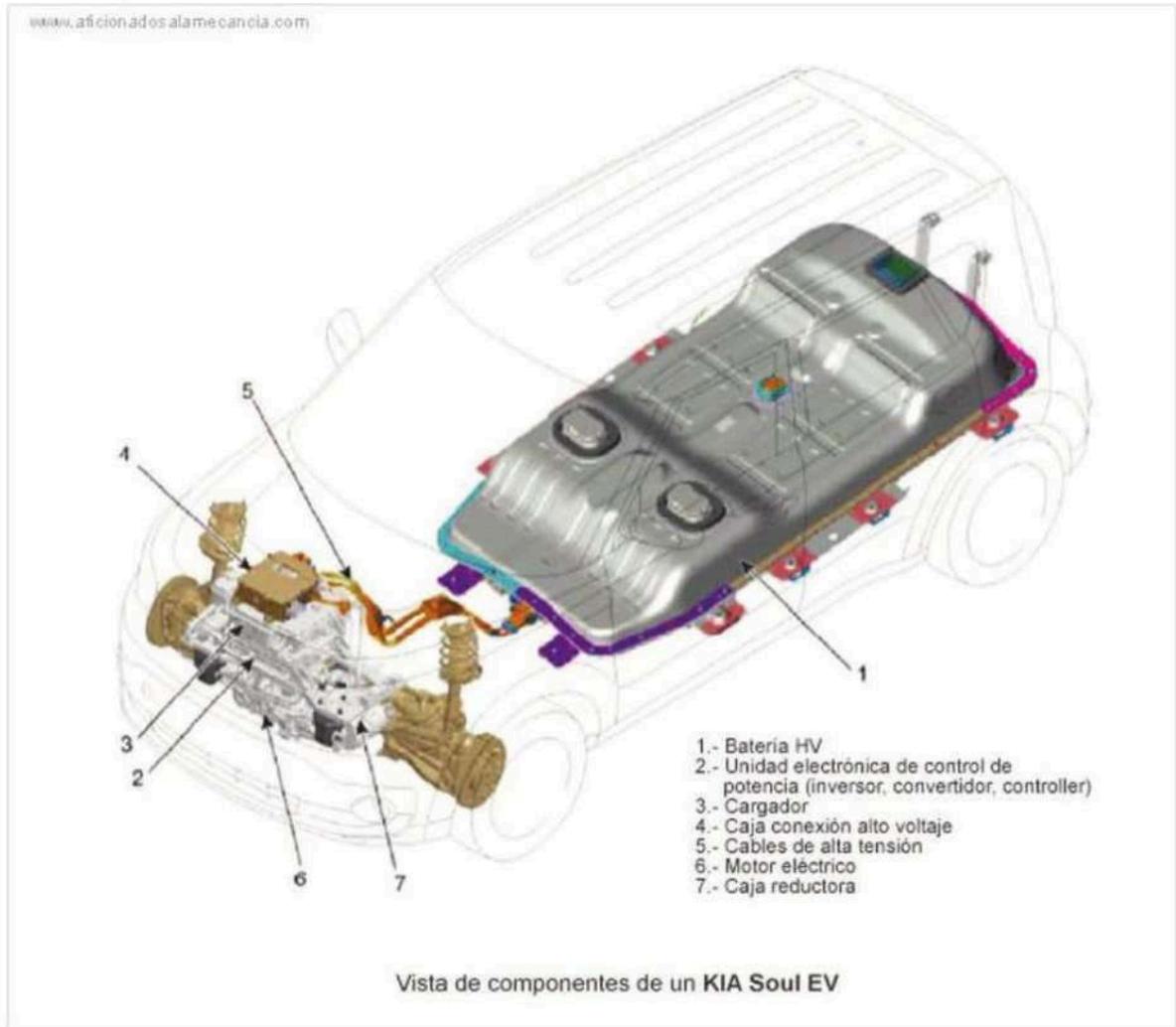
Sistema de control y refrigeración de la batería NiMH

En la figura inferior se puede apreciar el funcionamiento del electroventilador y como distribuye el aire por el interior de la batería



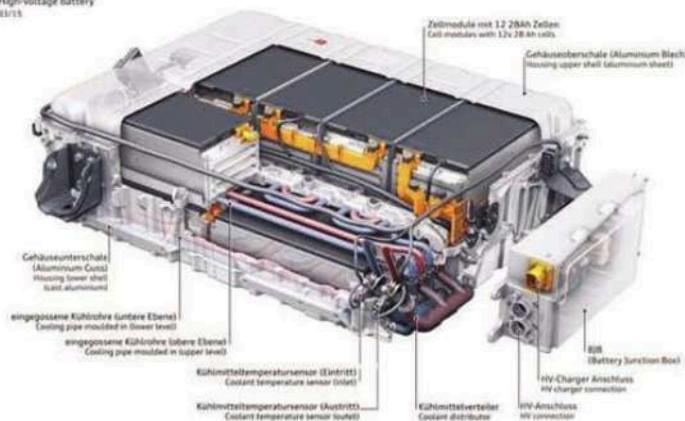
Las Baterías HV de los Autos Eléctricos

En la figura inferior se puede ver el sistema de refrigeración de la batería HV, montada en un KIA Soul EV.



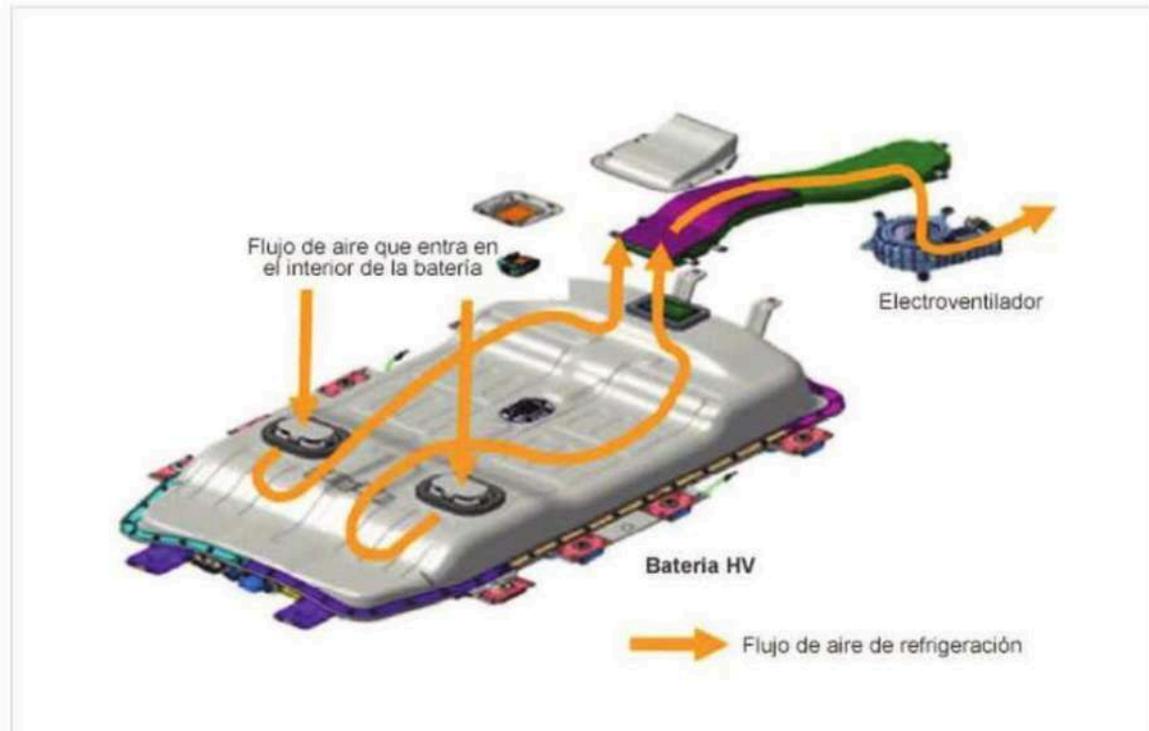
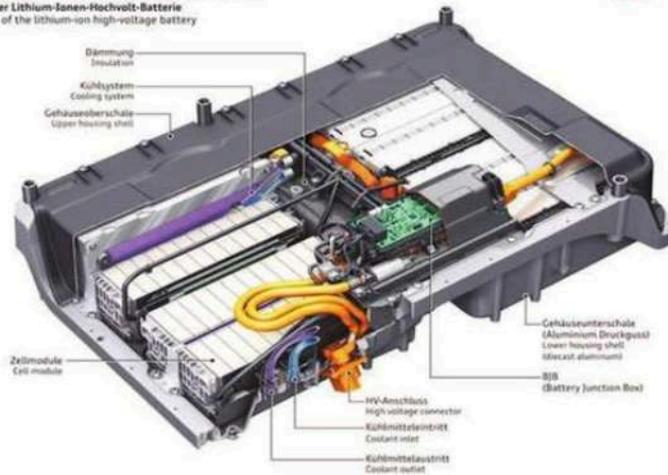
Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro

Hochvolt Batterie
 High-voltage battery
 83/15



Audi A3 Sportback e-tron

Aufbau der Lithium-Ionen-Hochvolt-Batterie
Structure of the lithium-ion high-voltage battery
09/13



Reciclaje de baterías

La generalización de las baterías recargables debe evitar los errores del pasado, y para ello se debe considerar todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas al reciclaje o eliminación, pasando por la fabricación y la operación, evitando o minimizando en todas las fases la contaminación y el vertido, y muy especialmente de metales pesados. Las tasas actuales de reciclaje de baterías de vehículos alcanzan o superan el 90%, tasas mucho más elevadas que las pequeñas baterías empleadas en usos domésticos (menos del 10%), y que en gran parte acaban en los vertederos. Dado que el litio es totalmente reciclable, cabe esperar que las tasas del 90% se mantengan e incluso aumenten ligeramente.



LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN DE LOS AUTOS ELÉCTRICOS RECARGA

En un vehículo eléctrico, el motor de combustión interna es reemplazado por un motor eléctrico, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica que absorbe por sus bornes en energía mecánica, transmitiendo esta energía a las ruedas y permitiendo, por lo tanto, el movimiento del vehículo.

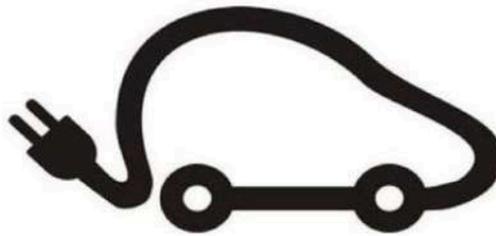
Continuamos con el análisis y el funcionamiento del sistema mecánico de los autos eléctricos y sus componentes.

La diferencia de tamaño y complejidad constructiva en cuanto a número de piezas entre un motor eléctrico y un motor térmico es notable, como se puede ver en las figuras inferiores. "Aficionados a la Mecánica" es la web que sustituye a la antigua página: "mechanicavirtual.org". Nuestra única intención al publicar esta página es compartir conocimientos de mecánica del automóvil. La web está dedicada principalmente a los estudiantes de automoción. La web no tiene ánimo de lucro, por eso no hay publicidad. En esta entrega veremos cómo se hace la recarga de las baterías.

www.aficionadosalamecanica.com

Recarga de la batería

Todos los vehículos eléctricos llevan incorporado en su interior un cargador cuya misión es convertir la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua para poder ser almacenada en las baterías. Esto conlleva importantes aumentos de temperatura, existiendo el riesgo de sobrecalentamiento cuando las intensidades y los tiempos de carga son elevados. Por este motivo la potencia que pueden manejar estos rectificadores está limitada. Para más de 250V e intensidades superiores a 75A se aconseja que una estación de recarga suministre de manera directa a las baterías la corriente continua, realizando la transformación CA/CC fuera del vehículo. Para este tipo de recarga los conectores usados son; CHAdeMO, CCS Combo y SAE J1772 Combo. Estos tres conectores los podemos encontrar en las estaciones de recarga rápida, siendo el CCS el elegido como estándar tanto por fabricantes europeos como americanos.



Existen diferentes dispositivos de recarga para los vehículos eléctricos. Éstos se diferencian entre sí en:

- La potencia, y por tanto, el tiempo de recarga que proporcionan
- Cantidad de información que intercambia con el vehículo que recarga
- Conector físico que debe encajar en el vehículo eléctrico

Tipos de recarga y tiempos

Se consideran cinco tipos de recarga según la velocidad de esta, es decir, cuánto tiempo lleva recargar las baterías, que depende directamente de la potencia disponible. Se suelen resumir en dos, recarga lenta y recarga rápida.

- **Recarga super-lenta**, cuando la intensidad de corriente se limita a 10 A - 230V. o menos por no disponer de una base de recarga con protección e instalación eléctrica adecuada. La recarga completa de las baterías de un coche eléctrico medio, unos 22 a 24 kWh de capacidad, puede llevar entre diez y doce horas.
- **Recarga lenta**, también se puede llamar convencional o recarga normal. Se realiza a 16 A - 230V., demandando unos 3,6 kW de potencia. Recargar esas mismas baterías puede llevar entre seis y ocho horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en nuestra vivienda o garaje.
- **Recarga semi-rápida**, en inglés se suele llamar quick-charge, menos rápida que la fast-charge. Se realiza a una potencia de unos 22 kW. Renault apuesta bastante por este tipo de recarga, por ejemplo con su cargador de bajo coste Camaleón, compatible con el Renault ZOE. La recarga puede llevar una hora u hora y cuarto.

Las Recarga de las Baterías HV de los Autos Eléctricos

- **Recarga rápida**, la potencia que se demanda es muy alta, entre 44 y 50 kW. La recarga de esos 22 a 24 kWh de baterías puede llevar media hora. Lo normal es que no se haga una recarga del 100% sino en torno al 80% o 90%. Esta solución es la que, desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión. Aún así, la recarga rápida debe ser concebida como extensión de autonomía o cargas de conveniencia.
- **Recarga ultra-rápida**, apenas se usa, y debe considerarse algo todavía experimental, en vehículos eléctricos a prueba con acumuladores de tipo supercondensadores (por ejemplo algunos autobuses eléctricos). La potencia de recarga es muy elevada, y en unos cinco o diez minutos se pueden recargar las baterías. Las baterías de iones de litio no soportan la temperatura tan elevada que provoca este tipo de recarga pues deteriora gravemente su vida útil.

Para las recargas rápidas se tienen exigencias a nivel eléctrico, mayores que en la recarga convencional. Por poner una referencia, la potencia requerida para este tipo de instalaciones es comparable a la de un edificio de 15 viviendas. Así, la recarga rápida puede implicar la adecuación de la red eléctrica existente



Modos de carga o nivel de comunicación

Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga (y por consiguiente la red eléctrica), y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla, o incluso volcar electricidad a la red.

- **Modo 1**, sin comunicación con la red. Sería el que se aplica a una toma de corriente convencional con conector schuko.



Autos Eléctricos

- **Modo 2**, grado bajo de comunicación con la red. El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red de recarga. Podría seguir usándose un conector schuko.



- **Modo 3**, grado elevado de comunicación con la red. Los dispositivos de control y protecciones se encuentran dentro del propio punto de recarga, y el cable incluye hilo piloto de comunicación integrado (por ejemplo los conectores SAE J1772, Mennekes, Combinado o Scame).



- **Modo 4**, grado elevado de comunicación con la red. Hay un convertor a corriente continua y solo se aplica a recarga rápida (por ejemplo conector CHAdeMO).



Tipos de conectores

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. Así que hay varios enchufes, con diferente tamaño y propiedades. Ha habido un intento de unión entre los fabricantes alemanes y los norteamericanos con el sistema combinado, pero no se han puesto de acuerdo con los franceses y los japoneses.

- **Conector doméstico tipo schuko**, responde al estándar CEE 7/4 Tipo F y es compatible con las tomas de corriente europeas. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16 A, solo para recarga lenta y sin comunicación integrada. Lo podemos encontrar en múltiples electrodomésticos.
Se puede encontrar en: esta toma de corriente viene de serie en la mayoría de vehículos eléctricos, y es usado por los Modos 1 y 2, en el lado de la pared. Debido a esto, este conector está más extendido en motos y bicicletas eléctricas. Su intensidad máxima de corriente es de 16A, con tensiones menores de 250V.



- **Conector SAE J1772**, a veces conocido también como **Yazaki**. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Mide 43 mm de diámetro. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede mover mientras esté enchufado) y de control (comunicación con la red).
Se puede encontrar en: Nissan Leaf, Tesla Roadster, Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in Hybrid, Mitsubishi i-MiEV, Ford Focus Electric, Smart ForTwo electric drive, Renault Kangoo Z.E, Renault Fluence Z.E, BMW ActivE y Honda Fit EV entre otros.
 - Nivel 1: Hasta 16 A, para recarga lenta.
 - Nivel 2: Hasta 80 A, para recarga rápida



Autos Eléctricos

- **Conector Mennekes**, es un conector alemán de tipo industrial, VDE-AR-E 2623-2-2, a priori no específico para vehículos eléctricos. Mide 55 mm de diámetro. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones. Se puede encontrar en: Audi Sportback e-tron. BMW i3, Porsche Panamera Hybrid, Renault ZOE, Tesla Model S, VW e-Up! y VW e-Golf.
 - Monofásico, hasta 16 A, para recarga lenta.
 - Trifásico, hasta 63 A (43,8 kW) para recarga rápida.



- Conector único **combinado CCS (Combined Charging System)**, se ha propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Tiene cinco bornes, para corriente, protección a tierra y comunicación con la red. Admite recarga tanto lenta como rápida. Se puede encontrar en: BMW i3, VW e-Up! y VW e-Golf



Las Recarga de las Baterías HV de los Autos Eléctricos

- **Conector Scame**, también conocido como EV Plug-in Alliance, principalmente apoyado por los fabricantes franceses. Tiene cinco o siete bornes, ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A (para recarga semirápida). Se puede encontrar en: solo es usado por pequeños fabricantes de microcoches eléctricos.



- **Conector CHAdeMO**, es el estándar de los fabricantes japoneses (Mitsubishi, Nissan, Toyota y Fuji, de quien depende Subaru). Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A de intensidad de corriente (para recargas ultra-rápidas). Es el de mayor diámetro, tanto el conector como el cable. Se puede encontrar en: Nissan Leaf, Mercedes Clase B EV, Mitsubishi i-MiEV, Peugeot Ion, Citroën C-Zero, Fiat 500e, Subaru Plug-in Stella y Micro-vett Fiorino.



En la figura inferior se puede ver el cable de carga que viene de serie cuando compras un coche eléctrico. En este caso el cable sirve para conectarlo en un enchufe del tipo **Schuko**, el mismo que tenemos a disposición en nuestras casas.



Carga inalámbrica de baterías

El sistema consiste en una base de recarga inalámbrica instalada en el suelo que podrá cargar mediante inducción las baterías de cualquier automóvil colocado encima y dotado del elemento receptor, que se encargará de gestionar el proceso de modo automático y de avisar al conductor cuando todo esté listo.

Este tipo de carga no tiene el punto fuerte en la velocidad o potencia en recargar las baterías, más bien en la comodidad de cara al usuario.

Con un sistema de carga inalámbrico también se trabaja en la estandarización de los sistemas actuales, ya que hay diferentes conectores físicos luchando por ser la mejor opción, y otros que están por llegar.

La idea parece buena también en cuanto al espacio a ocupar, todo queda escondido, sin puntos de carga ni cables, algo que se puede valorar positivamente en interiores con menos espacio, o en exteriores de cara a soportar las condiciones climatológicas de cada lugar. También ayuda a eliminar un problema como es el vandalismo y deterioro de las instalaciones de recarga.

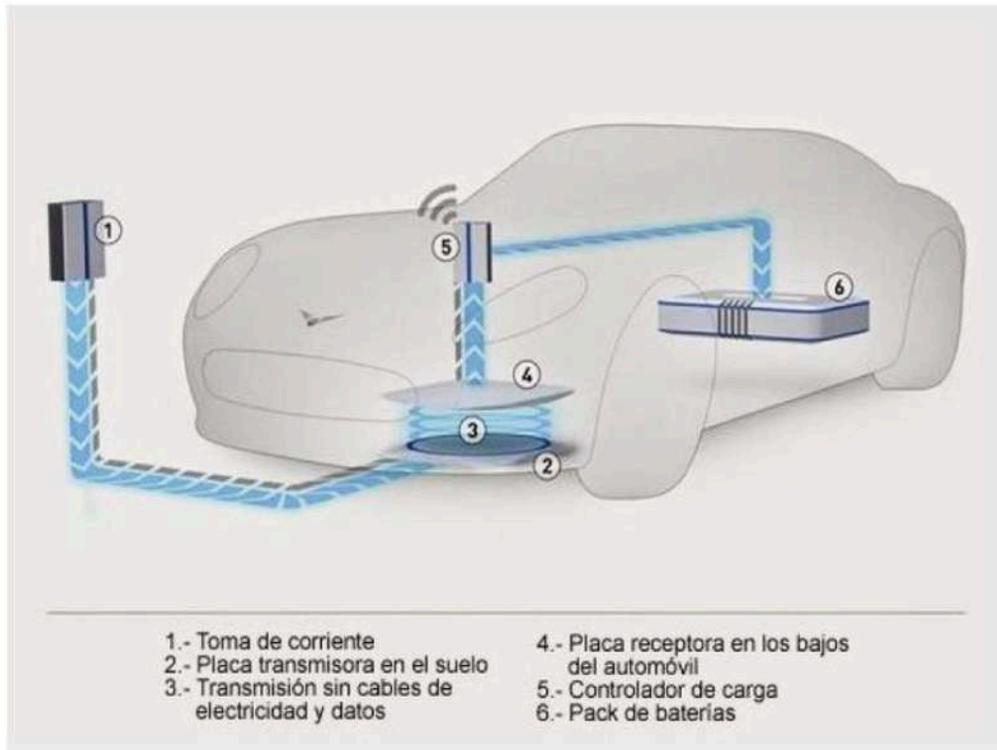
Otra ventaja importante de esta técnica de recarga, es la de ser mucho más segura dado que impide cualquier electrocución.



Funcionamiento básico de la recarga inalámbrica

Los sistemas de recarga inalámbrica (figura inferior) que se están desarrollando, o incluso comercializando y usando ya, se basan en la transmisión inductiva de energía. Por una parte tenemos la base colocada en el suelo, que contiene una bobina, al hacer pasar corriente eléctrica por esta, a una determinada frecuencia, se crea un campo electromagnético que llega hasta la almohadilla o placa colocada en la parte inferior del coche.

En la base o placa receptora de la parte inferior del coche también hay una bobina, en la que se induce la corriente eléctrica con el campo electromagnético que incide sobre ella. Esta es la corriente con la que se recargará la batería. Por tanto un sistema consta de dos partes, la que forma parte de la infraestructura o de la instalación doméstica, y la que forma parte del vehículo.



El "salto" o distancia entre placas emisora y receptora que se consigue por el momento, según el sistema, puede variar entre 5 y 40 cm (pero también cambia la eficiencia de la transferencia). Uno de los problemas de la recarga inalámbrica es que se desperdicia (se pierde) parte de la energía eléctrica, por eso se habla de eficiencia del sistema.

Se pueden encontrar dos sistemas de recarga inalámbrica para vehículos:

- **Sistemas de recarga estáticos:** para este sistema el coche tiene que estar parado y situado sobre la placa emisora de inducción. Este sistema es ideal para garajes y plazas de aparcamiento situados tanto en la vía pública como en aparcamientos de aeropuertos, estaciones de tren, centros comerciales, etc.



Las Recarga de las Baterías HV de los Autos Eléctricos

- **Sistemas de recarga dinámicos:** en este caso el vehículo está en movimiento (en la propia carretera). Estos sistemas, todavía están en proceso de experimentación. El sistema consiste en insertar las bobinas generadoras en el asfalto del propio carril, y que el coche, al pasar por encima a una velocidad limitada (50km/h), se vaya recargando.



Como resumen podemos decir que estos sistemas van mejorando, pero algunos todavía tienen cifras mediocres. Los mejores vienen a alcanzar una eficiencia de entre el 91 y 94%. O sea, que nuestro contador marca un consumo de 100 (pongamos Wh), que es lo que nos cobrarán, pero el sistema solo ha hecho llegar a las baterías de nuestro coche 91 Wh.

Es decir, un coche eléctrico que no se haya adaptado, y no incorpore los elementos del sistema de recarga inalámbrica, en modo alguno va a aprovechar las bases de recarga inalámbrica que pueda haber en el suelo. La intención sería tener "almohadillas" o bases de recarga en el suelo de las plazas de estacionamiento.

Cuando un coche eléctrico (adaptado) llega a la plaza, aparca encima de la base (la almohadilla o placa del suelo tiene que quedar más o menos alineada con la del coche), el sistema lo detecta automáticamente, y comienza la recarga. Cuando la batería se llena, o bien cuando el conductor retira el coche, la recarga se detiene.

Nota: otra opción para la recarga sería cambiar el pack de baterías completo en áreas de servicio especializadas, es decir, se cambia las baterías descargadas por otras iguales pero cargadas. Esto acortaría los tiempos, pero necesita una infraestructura muy compleja de áreas de servicio con repuesto de baterías y personal especializado. Además los fabricantes, deberían diseñar los automóviles de tal forma que sería fácil quitar y poner la batería cada vez que se descarga.

Actualmente este sistema está descartado por la enorme inversión que se necesitaría en áreas de servicio preparadas para hacer este trabajo de sustitución, además se necesitaría una estandarización de todos los fabricantes, en la instalación y el modelo de baterías en sus automóviles.

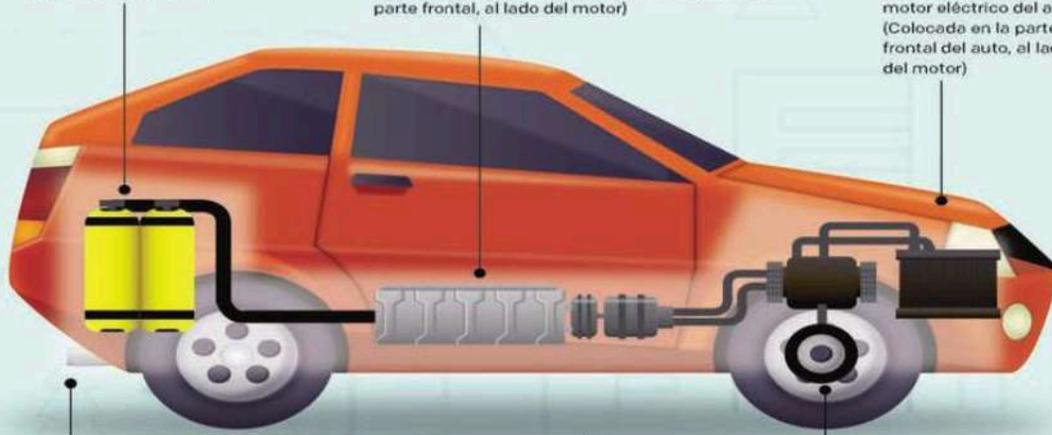


¿CÓMO FUNCIONA EL AUTO DE HIDRÓGENO?

1. Tanque de hidrógeno:
Suministra el gas a la celda de combustible. (Colocado en la parte trasera del auto)

2. Celda de combustible:
Realiza un proceso electroquímico en el que mezcla hidrógeno con oxígeno para producir electricidad. (Puede estar colocada en medio del auto o en la parte frontal, al lado del motor)

3. Batería:
Almacena la electricidad generada y, al mismo tiempo, nutre al motor eléctrico del auto. (Colocada en la parte frontal del auto, al lado del motor)



4. Motor eléctrico:
Brinda la propulsión a uno de los ejes del auto, el cual, a su vez, hace girar una de las llantas para que el coche avance. (Colocado en la parte frontal del auto)

5. Escape:
El vehículo despidió por ahí el vapor agua. (Colocado en la parte trasera del auto)

Auto de hidrógeno vs Auto eléctrico



Costos



Autonomía por recarga



Tiempo de recarga



Total en el mundo

El caso de California

45 dólares
Es el costo por llenar el tanque de un auto de hidrógeno

360 mil
Número de vehículos eléctricos

76%
Toyota es la empresa que más fabrica vehículos de hidrógeno del mercado

3 mil 800
Número de autos de hidrógeno

5 millones
Objetivo de vehículos de emisión cero en las calles de California para 2030



AUTOS HÍBRIDOS Y AUTOS ELÉCTRICOS



LOS MOTORES ELÉCTRICOS EN LOS AUTOMÓVILES HÍBRIDOS

Un vehículo híbrido eléctrico es un coche de propulsión mixta combinando un motor eléctrico y un motor de combustión. A nivel mundial en 2019 ya circulaban más de 90 millones de vehículos híbridos eléctricos livianos, liderados por Estados Unidos, y Japón, seguidos por Europa; los modelos híbridos fabricados por Toyota Motor Corporation sobrepasaron la marca histórica de 9 millones de vehículos vendidos en abril de 2016. En segundo lugar está Honda Motor Co., Ltd. con más de 1,35 millones de híbridos vendidos hasta junio de 2014, Ford Motor Corporation, con más de 424,000 híbridos vendidos en los Estados Unidos hasta junio de 2015 y el Grupo Hyundai con ventas acumuladas de 200.000 híbridos hasta marzo de 2014, incluyendo tanto los modelos de la Hyundai Motors como los de Kia Motors.

El término 'híbrido' está más de moda que nunca, y muchos fabricantes comienzan a esgrimir el término como si fuera la panacea. Pero... ¿qué es exactamente un coche híbrido, cuántos tipos hay, qué ventajas aportan y cuándo le conviene hacerte con uno?

Todos los vehículos cuentan con un medio para almacenar energía -un depósito de combustible- y una máquina que es capaz de transformar esa energía en movimiento para propulsar al coche. Por ejemplo, en un vehículo 'de gasolina', la energía está almacenada en forma de un combustible que, al quemarse, libera energía. Esa energía se transforma en movimiento en el motor de combustión. O por ejemplo, en el caso de un coche eléctrico, la energía. En este artículo veremos qué tipos de motores eléctricos poseen los autos híbridos.

Oscar Vintimilla

Motores eléctricos en vehículos híbridos

Abstract—En el presente documento estudiaremos a los motores eléctricos dentro de la fabricación de vehículos híbridos, revisaremos su funcionamiento y aplicaciones dentro de este campo, ventajas y desventajas del uso de las máquinas eléctricas en la industria automovilística. Este estudio pretende centrarse en el análisis de los motores eléctricos usados en las diferentes marcas y modelos de autos híbridos, además de comparaciones de eficiencia y demás parámetros de los motores eléctricos que influyen en el desarrollo de su funcionamiento.

Index Terms—híbrido, sincrónico, asíncrónico

I. INTRODUCCIÓN

DEBIDO a los problemas de contaminación que generan los motores a combustión interna y la escasa energía que siguen teniendo los vehículos puramente eléctricos debido a sus fuentes de alimentación como baterías y su limitación en cuanto a velocidad y autonomía, la industria automovilística se vio obligada a buscar otras alternativas, tales como la inclusión de los motores eléctricos para producir los automóviles híbridos, los que ofrecen una solución de compromiso más satisfactoria.

Se han llamado "híbridos" a los automóviles que utilizan un motor eléctrico, y un motor de combustión interna para realizar su trabajo. A diferencia de los automóviles solo eléctricos, hay vehículos híbridos que no es necesario conectar a una toma de corriente para recargar las baterías, el generador y el sistema de "frenos regenerativos" se encargan de mantener la carga de las mismas. Al utilizar el motor térmico para recargar las baterías, se necesitan menor número de estas por lo que el peso total del vehículo es menor ya que el motor térmico suele ser pequeño.[1]

II. CONTENIDO PRINCIPAL

A. Inclusión de los motores eléctricos en la Industria Automovilística.

Tradicionalmente, los motores que han propulsado a los automóviles convencionales han sido sobredimensionados con respecto a lo estrictamente necesario para un uso habitual. La nota dominante ha sido, y es aún, equipar con motores capaces de dar una potencia bastante grande, pero que sólo es requerida durante un mínimo tiempo en la vida útil de un vehículo.

Los híbridos se equipan con motores de combustión interna, diseñados para funcionar con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga las baterías del sistema. En otras situaciones, funciona sólo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería. En algunos híbridos es posible recuperar la energía cinética al frenar, que suele

Oscar Vintimilla Moreno estudiante de ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, e-mail: ovin-timilla@est.ups.edu.ec.

disiparse en forma de calor en los frenos, convirtiéndola en energía eléctrica. Este tipo de frenos se suele llamar "regenerativos".[3]



Figure 1. Ciclo de funcionamiento del vehículo híbrido[2]

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales. Se dispone de un sistema electrónico para determinar qué motor usar y cuándo hacerlo.



Figure 2. Partes de un automóvil híbrido[4]

III. ESTRUCTURA

IV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR MOTORES ELÉCTRICOS EN AUTOMOVILES.

Ventajas:

Esta tecnología ha permitido conseguir que el consumo de combustible sea de un 20% hasta un 60% menor que en vehículos comparables de tipo convencional.

Los Motores Eléctricos en los Autos Híbridos

Se maximiza el rendimiento del uso del combustible, pues los motores de combustión interna para híbridos son fabricados pensando en el mayor rendimiento..

Reducción de emisión de gases dañinos para el medio ambiente y los seres vivos.

Desventajas:

Los vehículos híbridos tienen menos potencia (CVs) que automóviles convencionales comparables. No obstante, el avance de esta tecnología apunta a aminorar esta brecha y tanto la velocidad máxima del vehículo, como la autonomía son parecidas a los puramente térmicos.

Mayor peso que un coche convencional (hay que sumar el motor eléctrico y, sobre todo, las baterías), y por ello un incremento en la energía necesaria para desplazarlo.

El peso del vehículo se puede aminorar usando carrocerías más ligeras de aluminio, fibra de carbono o fibra de vidrio.

Más complejidad, lo que dificulta las revisiones y reparaciones del vehículo.

La inversión inicial es mayor para adquirir un "híbrido" que para adquirir un "convencional" comparable. Sin embargo, el ahorro económico que le entrega el menor consumo de combustible le devuelve esa inversión.

V. FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES ELECTRICOS EN LOS AUTOS HIBRIDOS.

Para el estudio de estos motores mencionaremos 3 de los vehículos híbridos mejor calificados de la industria, estos son:

- Toyota Prius
- Honda Civic hybrid
- Lexus RX400h

A. Analisis del Toyota Prius.

Para el funcionamiento del Prius se dispone de dos motores; por una parte, tenemos un motor de gasolina de 1,5 litros, con 78 CV de potencia máxima a 5.000 rpm. Por otra, se apoya en un motor eléctrico, con una potencia máxima equivalente a 68 CV (50 kW), con lo cual, cuando los dos trabajan al unísono, se logra una potencia total de unos 111 CV. El par máximo es impresionante, alrededor de 400 Nm., desde el motor parado y hasta las 1.200 revoluciones.[5]

El funcionamiento de este vehículo dispone que el motor eléctrico es el que actúa a bajas velocidades y cuando no se exige un rendimiento mecánico elevado. El motor de gasolina, en cambio, entra en funcionamiento cuando se aumenta la velocidad o se solicita más potencia. Este proceso se realiza de forma completamente automática y sin que el conductor note apenas el trabajo de uno u otro, a pesar de que el monitor de energía, situado en la pantalla multifunción de la consola central, informa a los ocupantes de los tránsitos de energía térmica y eléctrica, el estado de carga de la batería y la recuperación de energía cinética. Ésta última es precisamente una de las grandes ventajas de este coche, que no necesita alimentación externa –su batería no precisa ser recargada–, ya que la fuerza de las frenadas y el funcionamiento del motor de explosión ya recargan la batería de ion-litio, la más sofisticada y potente del mundo en su género. Gracias a esta inteligente

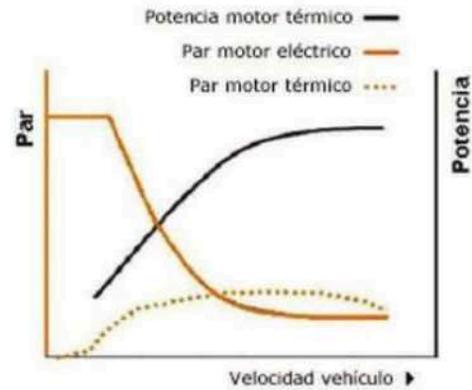


Figure 3. Grafica de par y potencia en el Toyota Prius[8]

combinación, el Prius logra un consumo medio homologado de combustible de 4,3 litros a los 100 km, todo un récord para un coche "de gasolina".



Figure 4. Motor térmico y eléctrico y generador eléctrico Toyota Prius[6]

El Prius tiene un motor eléctrico permanentemente engranado al diferencial de la transmisión, sin ningún tipo de embrague. Es decir, el motor eléctrico y las ruedas son siempre solidarios. El funcionamiento del motor eléctrico es posible durante unos pocos km y por debajo de 50 km por hora y esto suponiendo que la batería este a plena carga, porque sino la autonomía sería mucho menor.

Para mover a las ruedas, el motor eléctrico puede estar impulsado eléctricamente (por una batería, un generador o ambas cosas a la vez) o mecánicamente (por un motor de gasolina). El motor térmico nunca mueve directamente a las ruedas; su fuerza se aprovecha para mover a un generador eléctrico o para mover mecánicamente al motor eléctrico.

Con la electricidad que produce el generador eléctrico cuando lo impulsa el motor de gasolina se puede: mover al motor eléctrico, almacenar energía en la batería o ambas cosas al mismo tiempo.

La batería sirve como fuente de electricidad para todo el coche. Obtiene la energía por dos medios: uno, del motor térmico, a través del generador. Dos, del motor eléctrico

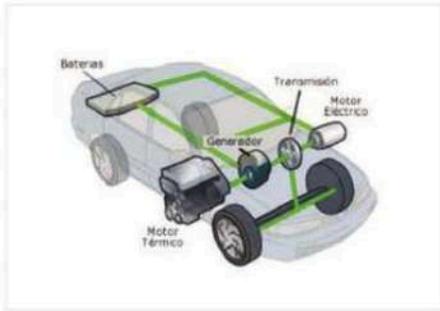


Figure 5. Disposición de los motores y generadores en el Toyota Prius[5]

cuando éste no impulsa al coche (en ese caso, el motor eléctrico se convierte en otro generador).

En la figura siguiente, que simula una aceleración y una deceleración del coche, se pueden apreciar todos los procesos citados.



Figure 6. Proceso de trabajo de los motores y generadores eléctricos del vehículo[7]

El sistema está controlado por una centralita que distribuye la fuerza de cada elemento, de acuerdo con la fuerza que sea necesaria en cada momento y con el nivel de carga de la batería.

En las siguientes imágenes se puede observar un ejemplo de funcionamiento, en donde se ve una ilustración del flujo de fuerza en cada caso, junto con el esquema que puede aparecer en el monitor del coche.

El coche se mueve sólo con la energía de la batería. Un régimen del motor eléctrico distinto de cero indica que el coche está en marcha. El motor térmico está parado y el generador funciona en sentido inverso, sin producir corriente.



Figure 7. Puesta en marcha[8]

El coche está avanzado a velocidad constante. En este caso, el coche se está desplazando porque el portasatélites (motor térmico) empuja a la corona (motor eléctrico) mientras el que planeta está detenido (generador). En estas condiciones la propulsión es enteramente mecánica, aunque se realice (también mecánicamente) a través del motor eléctrico.



Figure 8. Conducción normal[8]

El coche acelera fuertemente. Cuando el coche está en marcha y el conductor pisa el acelerador, el generador se pone en marcha. En ese caso, la fuerza con que el motor eléctrico impulsa a las ruedas procede de tres fuentes simultáneamente: una, el motor térmico mueve al generador que —a su vez— alimenta al motor eléctrico. Dos, el motor térmico impulsa mecánicamente al motor eléctrico. Tres, la batería suministra electricidad al motor eléctrico.



Figure 9. Aceleración fuerte[8]



Desaceleración
Si el conductor deja de pisar el acelerador, el motor térmico se para y el motor eléctrico se convierte en un generador. De esa forma, el consumo de combustible es nulo y —a través del motor eléctrico en función del generador— se transforma en electricidad parte de la energía cinética que se transmite a través de las ruedas.



Figure 10. Desaceleración[8]

El coche está parado y el motor térmico está recargando la batería. Si el coche está parado y la batería llega al límite tolerado de descarga, el motor térmico se pone en marcha. El generador ofrece par resistente y por eso genera una energía que se destina a recargar la batería.



Parada
Cuando el coche queda completamente detenido, el motor se para. Solo se pone en marcha con el coche parado si es preciso alimentar a la batería porque ha bajado de su límite de carga.



Figure 11. Parada[8]

Si el conductor selecciona la función de máxima retención con el mando del cambio, el motor térmico gira sin alimentación de combustible (es decir, se convierte en una bomba de aire). En esa posición del cambio, además, la retención que da el motor eléctrico convertidor en generador también es mayor.

Hay un botón que anula completamente el motor térmico, si la batería no baja de una cierta carga y si el conductor no solicita demasiada fuerza del sistema (una aceleración fuerte, una rampa pronunciada o una velocidad superior a unos 50 km/h). Esta función puede ser útil para salir circular por espacios cerrados (como aparcamientos), sin que el coche contamine ni haga ruido.

Hay otras condiciones de funcionamiento posibles, pero en cualquiera de ellas el principio de funcionamiento es el mismo. La energía que suministra el generador no depende sólo de su giro. El sistema puede variar o eliminar completamente el par resistente del generador para adecuar la energía que genera a cada condición de funcionamiento.

La transmisión del vehículo no dispone de marcha atrás, de esta función se encarga el motor eléctrico que puede girar en ambos sentidos, por lo tanto la marcha atrás se hará siempre con el motor eléctrico, para esta función no se utiliza el motor térmico.

1) **Batería:** Batería La batería del Prius es de níquel e hidruro metálico; la fabrica Panasonic. Proporciona 202 V, tiene 6,5 Ah de capacidad (3 horas), pesa 42 kg y tiene la densidad de energía más alta del mundo entre las baterías de su tamaño. Esta batería sólo se recarga con el generador, al que impulsa el motor térmico. No tiene ningún tipo de conexión para conectarla a una red o a otro dispositivo de carga.



Figure 12. Batería HV[8]

2) **Generador:** El generador es el elemento que transforma en electricidad el trabajo del motor térmico; también funciona como motor de arranque del motor térmico. Es de corriente alterna síncrona y —como máximo— gira al doble de régimen que el motor térmico.

3) **Motor eléctrico:** El motor eléctrico lo fabrica Toyota. Es un motor síncrono de imanes permanentes de neodimio. Funciona a 500 V y puede dar 50 kW entre 1.200 y 1.540 rpm. Su par máximo es 400 Nm hasta 1.200 r.p.m.. Pesa 104 kg y según Toyota no hay otro motor eléctrico en el mundo (en ningún sector de la industria) que dé más potencia con menos tamaño y peso que éste. Dado el desarrollo de transmisión que tiene el coche y su velocidad máxima (170 km/h), el régimen máximo del motor eléctrico es unas 6.150 r.p.m.

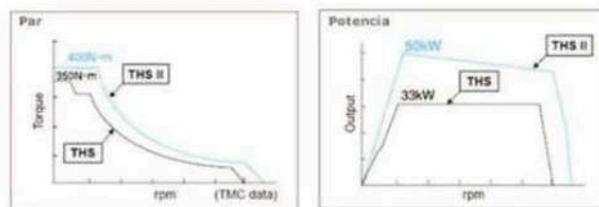


Figure 13. Graficas par potencia motor eléctrico[9]

4) **Sistema de control:** El generador, que se utiliza como motor de arranque para el motor térmico y además convierte la energía del motor térmico sobrante en electricidad; El motor eléctrico, que mueve el vehículo usando la energía eléctrica de la batería; Y la batería, que almacena la energía eléctrica generada a través de la regeneración de electricidad por el motor eléctrico durante la desaceleración. El sistema de control también tiene en cuenta las informaciones que recibe del sensor de freno, sensor de velocidad, posición del acelerador, así como cuando el conductor actúa sobre la palanca de cambio.

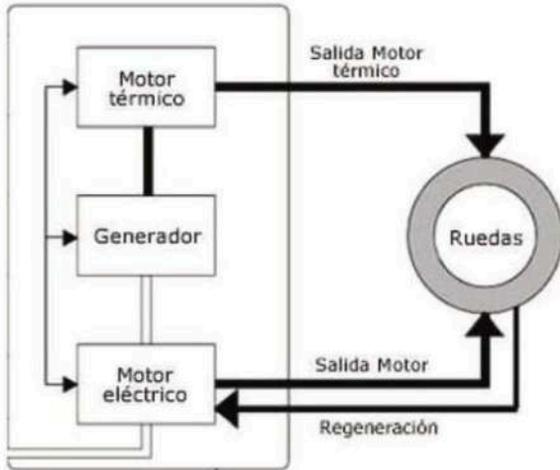


Figure 14. Sistema de control THS II[10]

B. Frenado regenerativo

El sistema de frenado regenerativo funciona cuando queremos disminuir la velocidad del vehículo, utilizando el motor térmico como freno o bien pisando el pedal de freno. En esta situación el motor eléctrico funciona como un generador, convirtiendo la energía cinética del vehículo en energía eléctrica, la cuál se usa para cargar las baterías.

Cuando se pisa el pedal de freno, el sistema controla la coordinación entre el freno hidráulico del ECB (Electronic Control Braking) y el freno regenerativo y preferentemente usa el freno regenerativo, por consiguiente recobrando energía aun en las velocidades inferiores del vehículo. Con este sistema se consigue una regeneración de energía muy eficiente. En la gráfica inferior se ve como se ha mejorado el sistema de frenado regenerativo en el THS II con respecto a la versión inicial (THS).

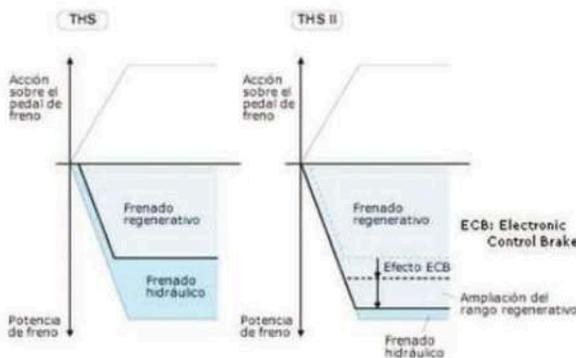


Figure 15. Gráficas comparativas de frenado regenerativo[11]

Las pérdidas por rozamiento en la transmisión son mínimas ya que el movimiento de las ruedas se transmite a través del diferencial y los engranajes intermedios al motor eléctrico que se convierte en este caso en generador. El sistema de frenado regenerativo consigue recuperar un 65% de la energía eléctrica

que carga las baterías.

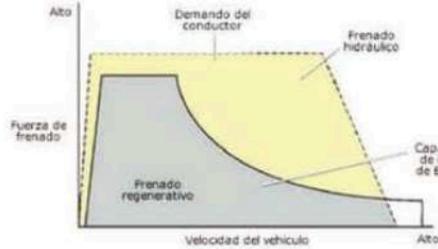


Figure 16. Gráficas comparativas de frenado regenerativo y frenado hidráulico

C. Analisis del Honda Civic IMA

Para este analisis realizaremos el estudio mismo sistema IMA (Integrated Motor Assist) evolucionado con un motor eléctrico que apoya al motor de combustión, así como tambien haremos una comparacion con el Toyota Prius, que se decanta por los mismos elementos para funcionar aunque de forma inversa, puesto que es el de combustión el que apoya al motor eléctrico.



Figure 17. Vista interior del Honda civic IMA

Lo más destacado de este Civic es su innovador sistema propulsor, que básicamente se compone de un motor de gasolina asistido por uno eléctrico de forma inteligente. En conjunto desarrollan una potencia de 115 CV a 6.000 rpm frente a los 90 CV del Civic IMA anterior. De la cifra de potencia corresponden 95 CV a 6.000 rpm al nuevo motor de gasolina 1.3 i-DSi VTEC y 20 CV a 2.000 rpm al motor eléctrico, deduciendo que el motor eléctrico sólo desarrollará su función hasta ese bajo régimen y ayudará en aceleraciones leves. La principal ventaja de este sistema es que desarrolla una potencia y unas prestaciones comparables con las de un motor de gasolina, obteniendo unos consumos equivalentes a los de un motor diesel.

1) *Circuito eléctrico de alto voltaje:* La tensión que da la batería para este híbrido es más alta (158 V en lugar de 144), pero su capacidad es menor (5,5 Ah en lugar de 6,0). Normalmente no hay que tener ninguna precaución especial con el estado de la batería que mueve el motor eléctrico (como sí ocurre en un Prius), porque lo frecuente es no

Los Motores Eléctricos en los Autos Híbridos

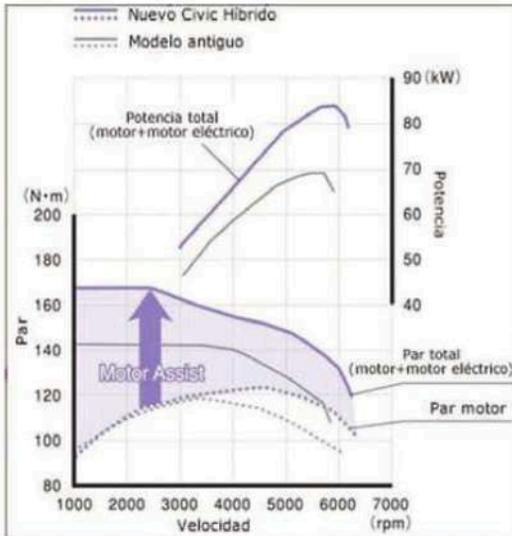


Figure 18. Curva par velocidad motor electrico y motor termico[11]

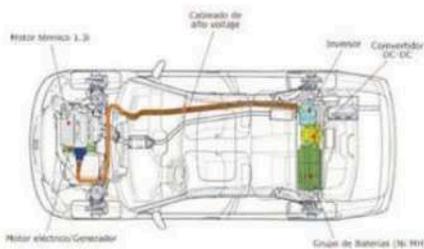


Figure 19. Sistema electrico para el vehiculo hibrido Honda Civic[9]

llegar al límite en donde deja de asistir al motor térmico en aceleración, ni siquiera después de acelerar a fondo durante unos cuantos kilómetros en cuesta arriba. Además, a poco que las condiciones no sean desfavorables, la batería carga hasta el máximo con facilidad.

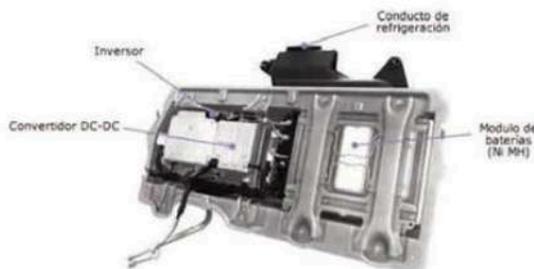


Figure 20. Vista interior de la unidad de potencia integrada[4][5]

2) **Motor/generador IMA de Honda Civic:** El motor/generador eléctrico es síncrono, sin escobillas e imanes permanentes. Está compuesto de un rotor de imanes permanentes y un estator bobinado. El motor/generador es quien pone en marcha el motor térmico hasta llegar a las 1.000

rpm. También se encarga de acoplarlo nuevamente luego de realizada la operación autostop, esto es, la parada automática del motor térmico, por ejemplo al parar en el semáforo. En estas ocasiones la contaminación y el consumo de combustible es cero, sin mencionar la nula contaminación sonora y el alto confort que brinda a los ocupantes del vehículo. En el interior, sólo un marcador diferencial en el tablero de instrumentos y una ventilación bajo la luneta, para los componentes situados detrás de las plazas traseras, permiten diferenciar a esta versión del clásico Civic a combustión.[4][5]



Figure 21. Motor/generador IMA de Honda Civic.[12]

En el respaldo del asiento trasero además del modulo de baterías, tenemos el sistema IPU (Unidad de Poder Integrado), donde se halla el inversor, el módulo de control de motor, el módulo convertidor de voltaje y la unidad de refrigeración.

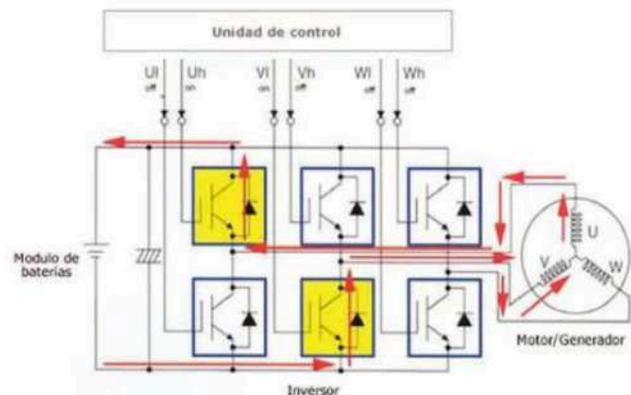


Figure 22. Esquema electrico del Inversor[12]

3) **Frenado regenerativo:** El sistema IMA recupera y convierte la energía que normalmente se pierde en una desaceleración o al frenar y la acumula para asistir al motor cuando sea necesario. Al desacelerar, el motor eléctrico actúa como generador, convirtiendo energía cinética en eléctrica que se utiliza para recargar el modulo de baterías de alta tensión.

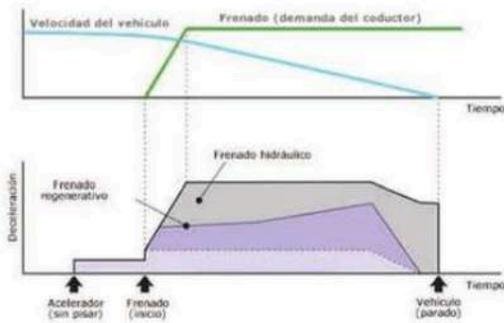


Figure 23. Gráfica comparativa del frenado hidráulico y el frenado regenerativo[6]

D. Lexus RX 400h (Híbrido 4WD)

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 una unidad electrónica que controla todo el sistema.

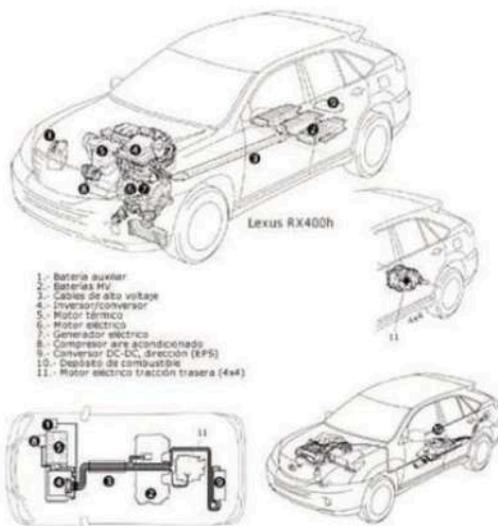


Figure 24. Partes que conforman el híbrido Lexus RX 400h[6]

Este vehículo combina un motor térmico de 3.3 V6 con dos motores eléctricos, uno delantero y otro en el eje trasero (4 WD). El sistema "Lexus Hybrid Drive" se complementa con un generador, unidad de control y baterías especiales. El motor de gasolina da 211 CV y 288 Nm a 4.400 rpm, los eléctricos 165 CV y 67 CV, como máximo entregan a la vez 272 CV (norma DIN). No hay conexión entre ejes, el eje trasero se mueve sólo con motor eléctrico.

1) **Motor Eléctrico delantero:** El motor eléctrico delantero es un motor síncrono de corriente alterna de imanes permanentes con disposición en V (de este modo se eliminan las escobillas, que es un elemento de desgaste) con refrigeración agua/aceite. Se alimenta con 650 V (en el Prius 500 V). Da 165 CV a 4.500 rpm y un par máximo de 333 Nm constante entre

0 y 1.500 rpm. Tiene una velocidad máxima de giro de 12.400 rpm. El trasero, alimentado también con 650 V, produce 68 CV entre 4.610 y 5.120 rpm y da 130 Nm de forma constante de 0 hasta 610 rpm. La velocidad máxima de giro es 10.752 rpm. El acoplamiento entre el motor y las ruedas traseras se hace a través de unos engranajes que reducen la velocidad (relación 6,8591 a 1).

2) **Motor Eléctrico posterior:** Cuando las aceleraciones son muy fuertes y puede haber pérdidas de tracción entra en funcionamiento también el motor eléctrico trasero, momento éste último en el que traccionan las cuatro ruedas. Es decir, sin que el conductor tenga que seleccionar nada manualmente, este coche puede "andar" con uno, dos o tres motores; y con tracción delantera o total. Los dos motores eléctricos se convierten en generadores al frenar o cuando se levanta el pie del acelerador. De este modo, además de recuperar la energía cinética y transformarla en eléctrica (cargando la batería), se consigue mayor capacidad de retención del vehículo.

3) **Batería:** La batería de níquel e hidruro metálico (NiMH) fabricada por Panasonic, pesa 69 kg. Está dividida en tres bloques (para ubicarla bajo el asiento trasero sin quitarle espacio), dos de 12 módulos y uno de 6 (total: 30). Cada módulo (9,6 V) cuenta con 8 células de 1,2 V. Como hay un total de 240 células, y están conectadas en serie, la tensión suministrada por esta batería es 288 V. Está aislada por una cubierta metálica que hace de escudo frente a los campos magnéticos y permite una mejor refrigeración que una de plástico. La refrigeración se efectúa mediante un flujo de aire (forzado por unos ventiladores muy silenciosos) a través de unas rejillas de ventilación que hay bajo la parte delantera de la banqueta. La batería se desconecta si algún sensor de airbag se activa.

La batería HV alimenta a los siguientes componentes:

- Motor eléctrico delantero
- Motor eléctrico trasero
- Generador eléctrico
- Sistema de dirección eléctrico
- EPS Compresor del A/A
- Cables de alta tensión

E. Funcionamiento

Arranque: el vehículo empieza a moverse con el motor eléctrico delantero.

Normal: el vehículo va aumentando de velocidad, arranca el motor térmico haciendo el trabajo de mover el vehículo y cargar la batería.

Aceleración: en aceleraciones fuertes funcionan el motor térmico y el eléctrico delantero.

Deceleración: en esta fase los dos motores eléctricos recuperan energía para recargar la batería.

Detención: el motor térmico se detiene para no gastar combustible.

Los Motores Eléctricos en los Autos Híbridos



Figure 25. Fases de funcionamiento Lexus RX 400h[11]

VI. ANALISIS DE RESULTADOS

	MOTOR ELECTRICO TOYOTA PRIUS	MOTOR ELECTRICO HONDA CIVIC	Motor eléctrico Lexus RX 400h	
			Delantero	Posterior
TIPO DE MOTOR	Motor síncrono de imanes permanentes de neodimio	Motor Síncrono sin escobillas e imanes permanentes	Motor síncrono de corriente alterna de imanes permanentes con disposición en V	
POTENCIA MAXIMA	68 CV-50KW	20 CV	165 CV	68 CV
ALIMENTACION	500V	144V	650V	650V
RPM	1200rpm-1540rpm	2000rpm	4500rpm	4610-5120rpm
Par Máximo	400Nm	200Nm	333Nm	130Nm
Régimen máximo	6150rpm	6000rpm	12400rpm	10752rpm

Table I
PARAMETROS DE LOS MOTORES ELECTRICOS ANALIZADOS

1) *Comparacion de los parametros de los motores electricos analizados.*: Como podemos notar, los motores electricos tanto delantero como posterior de Lexus tienen una notoria ventaja en eficiencia y desempeño sobre los motores de la industria Toyota y Honda, eso sin contar el hecho de que en el automovil pueden funcionar estos dos motores simultaneamente complementandose y sumando así sus características.

Observamos también que el motor de Toyota presenta mejores prestaciones que el motor de Honda pero también es mucho más peligroso ya que maneja valores mucho más grandes de voltaje.

VII. CONCLUSIONES

Se ha realizado el estudio de los motores electricos dentro de los vehiculos híbridos, analizando sus diferentes funciones en distintas partes del automovil tales como, motor de arranque, generador de corriente, frenos regenerativos.

Al término de este paper hemos concluido que el motor eléctrico del Toyota Prius funcionalmente posee 2 ventajas notables con respecto al motor eléctrico del Honda Civic .

-La primera, es que el motor eléctrico del Civic Hybrid no puede comenzar la marcha desde parado, debido a que no posee el torque necesario para romper la inercia del automovil, sino que necesita ayuda del motor termico para el arranque. Para que se mueva exclusivamente impulsado por el motor eléctrico, la velocidad debe estar entre unos 20 y 50 km/h y el conductor no debe acelerar mucho.

-Segundo, el motor electrico del Civic no deja de girar en ningún caso cuando el coche está rodando (el eléctrico y el de gasolina van unidos solidariamente), consumiendo así recursos de la batería aun cuando no está funcionamiento, lo que sí que hace es funcionar con un esquema de distribución donde no da retención, ni opone más resistencia al avance que el propio rozamiento de sus elementos sometidos a giro.

También se analizó un vehículo híbrido de gamma alta tal como es el Lexus RX 400h, en donde observamos que este posee muchas ventajas con respecto a los anteriormente analizados, ya que al poseer dos motores electricos, un delantero un posterior posee mayor traccion el vehículo y al actuar estos como generadores hacen más rápido el proceso de carga de la batería.

REFERENCIAS

- [1] Yangsheng Xu, Jingyu Yan, Huihuan Qian, Tin Lun Lam. Hybrid Electric Vehicle Design and Control: Intelligent Omnidirectional Hybrids . McGraw Hill Professional, Oct 28, 2013
- [2] Scott E. Grasmann. Hydrogen Energy and Vehicle Systems .CRC Press, Oct 23, 2012
- [3] James D. Halderman. Hybrid and Alternative Fuel Vehicles .Pearson Education, Limited, May 1, 2012
- [4] James D. Halderman, Darrell Deeter. Introduction to Automotive Service. Prentice Hall PTR, Mar 1, 2012
- [5] James D. Halderman. Advanced Automotive Electricity and Electronics. Pearson Education, Limited, 2012
- [6] Wei Liu. Introduction to Hybrid Vehicle System Modeling and Control. Editorial : John Wiley & Sons, Mar 18, 2013
- [7] TECNOLOGIA DE LA ELECTRICIDAD DEL AUTOMOVIL (2ª EDICION CORREGIDA Y AUMENTADA) AUTORES: JUAN JESUS MARTIN HERNANDEZ y MIGUEL ANGEL PEREZ BELLO CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT-2000, S.L., 2008
- [8] El vehículo híbrido y su infraestructura de carga .Ana Pozo Ruz and Marcombo Ediciones Técnicas (Feb 5, 2013)
- [9] www.aficionadosalamecanica.net/hibridos.htm
- [10] Mandy Concepcion . Sistemas Híbridos Avanzados: Incluyendo Modelos Honda y Toyota (Paperback) Editorial: Createspace, United States (2011)
- [11] MANUAL TECNICO DEL AUTOMOVIL (21 ED.) P.P.J. READ; V.C. REID .EDITOR ANTONIO MADRID VICENTE
- [12] HYBRID ELECTRIC VEHICLES: PRINCIPLES AND APPLICATIONS WITH PRACTICAL PERSPECTIVES. ABUL M. MASRUR , CHRIS MI y DAVID WENZHONG GAO. Editorial: LEA



Así funcionan los coches híbridos actuales

Funciona con gasolina o gasoil junto a un motor eléctrico impulsado con una batería de litio. La combinación de ambos motores permite reducir el consumo a la vez que emite menos CO2. La energía eléctrica necesaria en este tipo de vehículos para su circulación la genera el propio automóvil con su movimiento y no necesita carga.

Baterías

Suelen ser de plomo ácido (pb), níquel-metal híbrido (NiMh), níquel cadmio (NiCd) o ion litio. Se instalan en la parte trasera del vehículo e incorporan un sistema propio de refrigeración. No necesitan mantenimiento

Motor térmico

Suele ser de gasolina o diesel, pero también puede funcionar con gas o biocombustible

Toyota Prius



Energía generada por el coche que se transmite a la batería ahorrando combustible

Sistema de marchas

Habitualmente es automático, pero además un sistema electrónico controlado por ordenador gestiona sus prestaciones para optimizar su eficacia en cada momento

Generador

Recupera energía en las frenadas, retenciones y aceleraciones en las que el motor térmico entregue potencia de más

Motor eléctrico

Puede formarse por dos motores y siempre estarán conectados a la transmisión. Su sonoridad es casi nula

AHORRO EN COMBUSTIBLE

600 Euros/año

- Menor contaminación CO2.
- Menor dependencia del precio del barril.



Ahorro de un coche híbrido



Arranque desde parado

El motor eléctrico se utiliza para mover el coche con o sin motor térmico



Velocidad de cruceo baja

Por trayectos urbanos se utiliza el motor eléctrico, el consumo es 0 de combustible



Detenido

En función de ralentí utiliza la propia energía eléctrica



Aceleración

El motor eléctrico ayuda al vehículo a alcanzar velocidad, por ello los coches consumen menos y generan menos ruido



Frenada

Si la potencia de frenada necesaria es baja, el ordenador electrónicamente reduce la velocidad en vez de utilizar los frenos de disco



Problemas

Reciclaje de baterías. Autonomía exclusiva eléctrica. Precio elevado

Tenga los 2 Paquetes del Momento

Y PAGA SÓLO UNO *a precio de promoción*

Entre otras cosas... se lleva todo ésto:



Super Pack

Técnicas de Reballing

Con Prácticas Guiadas

Pack Full

Para Celulares - Consolas de Videojuegos - LCD - Microondas y Equipos Electrónicos de Alta Tecnología

Tiene de TODO... a sólo \$387

Más de 20 CDs, Libros, Revistas, Videos, el KIT Completo
Y MUCHO MÁS...

Incluye KIT de Reballing

Estenciles de Calor Directo
Esferas de Estaño para Reballing de Varios Diámetros
Flux para Reballing
Agente limpiador
Malla Desoldante
Pinzas para Reballing
Pinceles
Cinta Kapton
Cinta de Aluminio

Mega Pack Técnico:

Curso UNIVERSAL de TV Color y Monitores

(TRC, Pantallas Planas, TV 3D y Monitores)

Tiene de TODO... a sólo \$295

17 CDs, Libros, Revistas, Videos, UN TESTER DE MOTHERBOARD

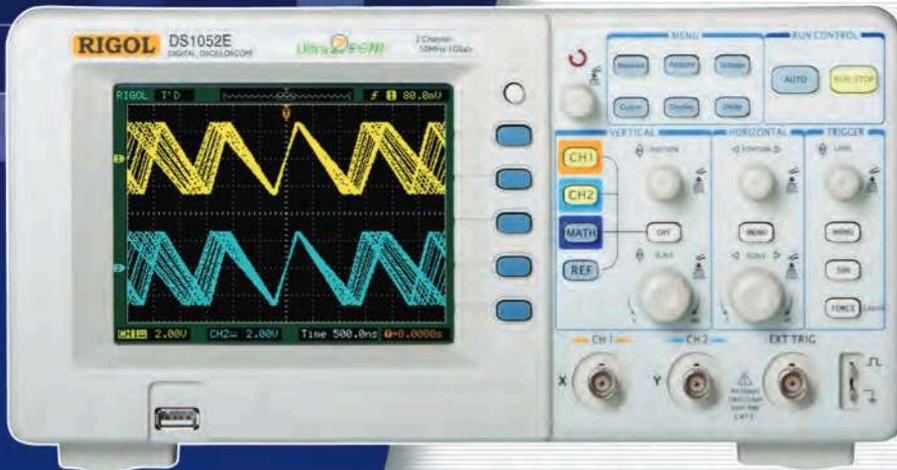
Incluye:
Tester Probador de Placa
Lógica para Pantallas
LCD y Plasma

Incluye:
GASTOS DE ENVÍO

ateclien@webelectronica.com.ar

TODO EN INSTRUMENTAL ELECTRONICO
www.medicioneselectronicas.com

**OSCILOSCOPIOS
DIGITALES**



COMPACTO

SOLICITE GRATIS
 SU PEN DRIVE



**RIGOL
DS 1052E 50MHz - 1GS/s**

Osciloscopio digital color, 2 canales, memoria interna de 4K, entrada para memoria externa USB. Funciones matemáticas, análisis de FFT, 6 modos diferentes de trigger, pantalla LCD de 5.6", dimensiones 303mm x 150mm x 133mm. Opcional modulo analizador lógico de 16 canales

Serie DS1000B / DS1000CA: Frecuencias desde 60MHz hasta 300MHz, 2Gs/s y 2 o 4 canales.

Rangos hasta **1,5GHz - 10GS/s**



JC1022M
Línea Económica
 Osciloscopio digital monocromático de 25MHz, conexión a PC y software de análisis. Pantalla LCD (320 x 240) 5.7".



DL9000/DL7000/DL1000
 2, 4 y 8 canales analógicos independientes, 16 o 32 canales lógicos, frecuencias desde 200MHz hasta 1.5MHz, conexión Ethernet.

- MULTIMETROS
- GENERADORES
- CONTADORES
- FUENTES
- MEDIDORES DE POTENCIA
- CALIBRADORES

Envíos a cualquier ciudad de América Latina sin gastos adicionales



RIGOL
YOKOGAWA
PROTOMAX

 **SOLICITE DEMOSTRACION**
demo@hertig.com.ar

AMPLIA FINANCIACION
  

ventas@hertig.com.ar
www.hertig.com.ar

GRUPO EQUITECNICA
 UN NOMBRE, TODAS LAS SOLUCIONES



HERTIG S.A.
 Argentina: Bolívar 1335 - C1141AAC - Bs. As. Tel: (011) 4361-7136
 México: Cda. Modetzuma 2, Col. Sta. Agueda, Ecatepec, México
 Tel.: (55) 5639-5077
 Venezuela: Av. Francisco de Miranda, Centro Empresarial Don Bosco,
 Piso 3, Oficina 3-D, Los Cortijos de Lourdes, Caracas



Descuentos especiales a socios del Club Saber Electrónica