

Vehículos eléctricos híbridos y enchufables

Los vehículos de accionamiento eléctrico se valen de la electricidad como fuente principal de energía o la utilizan para mejorar la eficiencia de diseños vehiculares convencionales. Estos vehículos se pueden dividir en tres categorías:

- Vehículos eléctricos híbridos (HEV, por sus siglas en inglés)
- Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV, por sus siglas en inglés)
- Vehículos totalmente eléctricos (EV, por sus siglas en inglés)

Juntos, tienen el enorme potencial de reducir el uso de petróleo y la emisión de gases que producen los vehículos en los Estados Unidos.

Vehículos eléctricos híbridos

Los HEV funcionan con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. La potencia adicional que ofrece el motor eléctrico permite usar un motor más pequeño sin sacrificar el rendimiento. La batería también alimenta las cargas auxiliares, como los sistemas de audio y los faros delanteros, y puede reducir la velocidad de ralentí del motor cuando el vehículo está detenido. Algunos HEV pueden desplazarse distancias cortas a velocidades reducidas usando solamente energía eléctrica. Todas estas capacidades suelen dar lugar a una mejor economía del combustible y a una menor emisión de gases que los vehículos convencionales de características similares.



Los vehículos totalmente eléctricos y los híbridos enchufables se cargan conectando el vehículo a una fuente de electricidad. *Fotografía de Andrew Hudgins, NREL 17416*

Los HEV no se pueden conectar para cargar la batería. En cambio, la batería se carga a través del frenado regenerativo y del motor de combustión interna. El frenado regenerativo permite que los HEV capturen la energía que normalmente se pierde al frenar usando el motor eléctrico como un generador y guardando esa energía capturada en la batería.

Vehículos eléctricos híbridos enchufables

Los PHEV (a veces llamados vehículos eléctricos de autonomía extendida) usan baterías para impulsar un motor eléctrico y usan otro combustible, como gasolina, para impulsar un motor de combustión interna. Los PHEV se pueden conectar a la red eléctrica para cargar las baterías, pero estas también se pueden cargar a través del motor de combustión interna y el frenado regenerativo.

Los PHEV tienen baterías más grandes que los HEV, lo que permite que se desplacen solo con electricidad con una autonomía de entre 16 y 65 kilómetros, o incluso más, si se trata de los modelos actuales de carga ligera. De manera que, mientras la batería esté cargada, un PHEV puede funcionar principalmente con la electricidad almacenada en la batería cuando se conduce en zonas urbanas. El motor de combustión interna puede impulsar el vehículo cuando la batería está totalmente descargada, durante la aceleración rápida, cuando el vehículo alcanza una alta velocidad o cuando se necesita utilizar la calefacción o el aire acondicionado a alta potencia.

Cuando funcionan solo con la batería, los PHEV no emiten gases de escape. Aun cuando el motor de combustión interna está en funcionamiento, los PHEV consumen menos gasolina y, por lo general, emiten menos gases de escape que los vehículos convencionales similares. El consumo de gasolina de un PHEV depende de la distancia recorrida entre una carga y la siguiente. Si el vehículo nunca se conecta, su economía de combustible cuando se usa solo con gasolina será casi igual a la de un HEV de tamaño similar. Si el vehículo se conecta para cargarlo y se desplaza una distancia que no supera su autonomía con electricidad solamente, es posible usar solo la energía eléctrica.

Introducción a los vehículos de propulsión eléctrica

HEV: Los HEV funcionan con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. La batería se carga a través del frenado regenerativo y del motor de combustión interna. El vehículo no se puede conectar para cargar la batería.



PHEV: Los PHEV funcionan con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. La batería se puede cargar conectándola a una fuente de energía eléctrica, mediante el frenado regenerativo y a través del motor de combustión interna.



EV: Los EV funcionan con un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. Las baterías del EV se cargan al conectar el vehículo a una fuente de energía eléctrica y mediante el frenado regenerativo.



U.S. Department of Energy



Los EV, que en la actualidad están ampliamente disponibles, deben conectarse para cargarse. Cada vez más flotas de vehículos y consumidores optan por los EV para reducir el uso de petróleo, los costos de combustible y la emisión de gases. *Fotografía de la ciudad de Fort Collins, NREL 27238*

Vehículos totalmente eléctricos

Los EV (llamados también vehículos eléctricos de batería) usan baterías para almacenar la energía eléctrica que impulsa uno o más motores. Las baterías se cargan al conectar el vehículo a la red eléctrica. Los EV también se pueden cargar mediante el frenado regenerativo. Los EV no tienen motor de combustión interna, por lo que no emiten gases de escape. Sin embargo, existen emisiones que se calculan durante el llamado “ciclo de vida” que están implícitas en la mayor parte de los sistemas de producción de electricidad de los Estados Unidos.

La autonomía de desplazamiento de los EV actuales por cada carga es menor que la que de los vehículos convencionales por cada tanque de gasolina. La mayoría de los EV tiene una autonomía de entre 112 y 145 kilómetros con una batería totalmente cargada, aunque algunos modelos alcanzan una autonomía mayor. La autonomía de un EV varía de acuerdo con las condiciones y los hábitos de manejo. Las temperaturas ambiente extremas tienden a reducir la autonomía, ya que la energía de la batería debe alimentar los sistemas de acondicionamiento además de impulsar el motor. Conducir a altas velocidades, conducir de forma imprudente y llevar cargas pesadas también pueden reducir la autonomía.

Disponibilidad de los vehículos

Las principales automotrices fabrican decenas de modelos de HEV, PHEV y EV de carga liviana. También pueden adquirirse varias opciones de carga mediana y pesada. Si desea obtener información reciente acerca de los modelos actuales, use las búsquedas de vehículos de carga liviana y pesada del Centro de Datos de Combustibles Alternativos (AFDC, por sus siglas en inglés) (afdc.energy.gov/tools) y la herramienta “Encuentre un Auto” en FuelEconomy.gov (fuelconomy.gov/feg/findacar.shtml).

Cómo cargar las baterías de los EV y PHEV

Las estaciones de carga, también conocidas como equipos de recarga para vehículos eléctricos, brindan electricidad para cargar las baterías de los EV y los PHEV. El equipo de recarga para vehículos eléctricos se conecta con el vehículo para garantizar que suministra un flujo energético seguro y apropiado.

Los equipos de recarga para vehículos eléctricos enchufables se clasifican de acuerdo con la velocidad a la cual se cargan las baterías. Baterías de dos tipos —Nivel 1 de CA y Nivel 2 de CA— aportan corriente alterna (CA) al vehículo y, luego, el equipo incorporado al vehículo (el cargador) convierte la CA en la corriente continua (CC) necesaria para cargar las baterías. El otro tipo de batería —CC de carga rápida— aporta electricidad de CC directamente al vehículo. La CC de carga rápida también se conoce como Nivel 2 de CC.



Las personas que conducen automóviles EV y PHEV tienen acceso a miles de estaciones de carga en todo el país. *Fotografía de Dennis Schroeder, NREL 22658*

Vehículos de pilas de combustible de hidrógeno

Un vehículo de pilas de combustible de hidrógeno combina gas hidrógeno con el oxígeno del aire para producir electricidad, que impulsa un motor eléctrico. Los vehículos de pilas de combustible no emiten gases de escape dañinos. Actualmente, se arrenda una cantidad limitada de vehículos de pilas de combustible en ciertas regiones. Algunos fabricantes tienen planeado presentar modelos nuevos en el mercado de California en los próximos dos años.



Los HEV funcionan bien para las aplicaciones de carga liviana y las de carga pesada, en particular las que requieren paradas y arranques frecuentes. *Fotografía de Pat Corkery, NREL 18142*

Opciones de equipos de recarga para vehículos eléctricos					
	Amperaje	Voltaje	Kilowatts	Tiempo de carga	Uso principal
Nivel 1 de CA	12 a 16 A	120 V	1,3 a 1,9 kW	3 a 8 kilómetros de autonomía por cada hora de carga	Carga en áreas residenciales y en el lugar de trabajo
Nivel 2 de CA	Hasta 80 A	208 V o 240 V	Hasta 19,2 kW	16 a 32 kilómetros de autonomía por cada hora de carga	Carga en áreas residenciales, en el lugar de trabajo y en espacios públicos
CC de carga rápida	Hasta 200 A	208 a 600 V	50 a 150 kW	96 a 128 kilómetros de autonomía en menos de 20 minutos	Carga en un lugar público

Los tiempos de carga varían de menos de 20 minutos hasta 20 horas o más, dependiendo del tipo o nivel de EVSE; el tipo de batería, su capacidad y su nivel de descarga; y el tamaño del cargador interno del vehículo. Los EV suelen tener baterías de mayor capacidad que los PHEV, por lo que cargar un EV completamente descargado toma más tiempo que cargar un PHEV completamente descargado.

Las unidades de carga se pueden instalar en entornos residenciales, parque de flotas de vehículos, lugares de trabajo y espacios públicos. A partir de enero de 2014, se contaron casi 20.000 tomas de carga distribuidas en todo el país. Para ubicar estaciones públicas de carga, use el “Alternative Fueling Station Locator” (Localizador de estaciones de combustible alternativo, afdc.energy.gov/stations), también disponible como aplicación para iPhone en la App Store (código QR de la página 4).

Beneficios con respecto a la emisión de gases

Por lo general, los HEV, los PHEV y los EV emiten menos gases de escape que los vehículos convencionales. Los beneficios con respecto a la emisión de gases de los HEV varían de acuerdo con el modelo de vehículo y el tipo de sistema de alimentación híbrida. Los EV no emiten gases de escape. Los PHEV,

por su parte, no emiten gases de escape cuando funcionan en el modo totalmente eléctrico.

Las emisiones producidas durante el ciclo de vida de un EV o PHEV dependen de cómo se genera la electricidad, y esto varía según la región. En las regiones geográficas que usan fuentes de generación de electricidad menos contaminantes, los PHEV y los EV presentan ventajas sustanciales con respecto a las emisiones durante su ciclo de vida en comparación con los vehículos convencionales que funcionan con gasolina o diésel. En las regiones que dependen en gran parte de los combustibles fósiles convencionales para la generación de electricidad, puede que los vehículos enchufables no conlleven un beneficio tan marcado durante su ciclo de vida. Sin embargo, incluso en estas zonas, los consumidores tienen la opción de consumir energía renovable.

Seguridad vehicular

Los HEV, PHEV y EV son sometidos a las mismas pruebas rigurosas de seguridad que los vehículos convencionales que se comercializan en los Estados Unidos, y deben cumplir las normas federales de seguridad para vehículos de motor. Las baterías cumplen con normas de evaluación que las someten a condiciones como sobrecarga, vibración, temperaturas extremas, cortocircuito, humedad, incendio, colisión e inmersión en agua. Los fabricantes diseñan

vehículos con líneas de alta tensión aisladas y con características de seguridad que desactivan los sistemas eléctricos cuando detectan una colisión o un cortocircuito. Si desea obtener más información de seguridad, consulte la página de Mantenimiento y seguridad de los vehículos eléctricos híbridos y enchufables del AFDC (afdc.energy.gov/vehicles/electric_maintenance.html).

Requisitos de mantenimiento

Como los HEV y los PHEV tienen motores de combustión interna, los requisitos de mantenimiento son similares a los de los vehículos convencionales. El sistema eléctrico (batería, motor y componentes electrónicos asociados) requieren un mantenimiento programado mínimo. Los sistemas de frenos de estos vehículos suelen durar más que los de los vehículos convencionales, porque el frenado regenerativo reduce el desgaste.

Por lo general, los EV requieren menos mantenimiento que los vehículos convencionales e incluso que los HEV o PHEV. Al igual que en el caso de sus equivalentes híbridos, sus sistemas eléctricos requieren un mantenimiento regular bajo o nulo, y sus sistemas de frenos se desgastan menos gracias al frenado regenerativo. Además, los EV suelen tener menos piezas móviles y menos líquidos que cambiar.



Las emisiones durante el ciclo de vida de los PHEV y los EV dependen de la fuente de energía eléctrica que se utilice para cargarlos. En las regiones que usan altos porcentajes de energía renovable para generar electricidad, los beneficios en la reducción de la emisión de gases son enormes. Fotografías de iStock 13782143 (izquierda); NYPA, NREL 26486 (derecha)

Costos del combustible

Los costos de combustible de los HEV, los PHEV y los EV suelen ser más bajos que los de vehículos convencionales similares. Los grupos de engranajes conductores eléctricos son alrededor de cuatro veces más eficientes que los de un motor de combustión interna, y los precios de la electricidad son menos volátiles que los de la gasolina y el diésel. Por lo general, los HEV y los PHEV consumen bastante menos gasolina o diésel que sus equivalentes convencionales. Durante la vida

útil del vehículo, es muy probable que los propietarios de HEV, PHEV y EV ahorren miles de dólares en costos de combustible en relación con un vehículo nuevo promedio.

Para conocer los niveles de ahorro y consultar comparaciones del costo de combustible entre los modelos de vehículos disponibles actualmente, visite FuelEconomy.gov. ■







Descargue la aplicación del "Alternative Fueling Station Locator" (Localizador de estaciones de combustible alternativo) para iPhone en la App Store

Conozca más

Encuentre más información sobre los HEV, PHEV y EV en el AFDC en afdc.energy.gov/vehicles/electric.html.

¿Cuáles son los beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica?

Beneficios	Vehículos eléctricos híbridos	Vehículos eléctricos híbridos enchufables	Vehículos totalmente eléctricos
Ahorro de combustible 	Mejor que los vehículos convencionales similares El ahorro de combustible al conducir un Honda Civic Híbrido, en comparación con un Civic convencional, es de aproximadamente 36 % en ciudad y 11 % en carretera.	Mejor que los HEV y vehículos convencionales similares La mayoría de los PHEV alcanza tasas combinadas de ahorro de combustible de más de 144 kilómetros por galón de gasolina equivalente*.	Mejor que los HEV y vehículos convencionales similares La mayoría de los EV alcanza tasas de ahorro de combustible de más de 160 kilómetros por galón de gasolina equivalente*.
Reducción de la emisión de gases 	Menos emisión que los vehículos convencionales similares La emisión de los HEV varía según el vehículo y el tipo de sistema de alimentación híbrida. Los HEV suelen utilizarse para compensar la emisión de gases de las flotas, a fin de cumplir las normas federales y las estrategias locales de mejora de la calidad del aire.	Menos emisión que los HEV y vehículos convencionales similares Los PHEV no emiten gases de escape cuando funcionan en el modo totalmente eléctrico. Las emisiones durante el ciclo de vida dependen de las fuentes de electricidad, que varían de región a región.	Cero emisión de gases de escape Los EV no emiten gases de escape. Las emisiones durante el ciclo de vida dependen de las fuentes de electricidad, que varían de región a región. La reducción de la emisión de gases es sustancial en la mayoría de las regiones de los Estados Unidos.
Ahorro en el costo de combustible 	Funcionamiento más económico que el de un vehículo convencional El ahorro en el costo de combustible de los HEV varía de acuerdo con el modelo de vehículo y el tipo de sistema de alimentación híbrida. Para muchos modelos de HEV, el ahorro anual en el costo de combustible varía entre USD 400 y USD 1000 en relación con sus equivalentes convencionales.	Funcionamiento más económico que el de un HEV o un vehículo convencional En el modo totalmente eléctrico, los costos de combustible de los PHEV pueden variar entre USD 0,012 y USD 0,025 por kilómetro. Solo con gasolina, los costos varían entre USD 0,03 y USD 0,06 por kilómetro. Para los sedanes convencionales, los costos varían, aproximadamente, entre USD 0,06 y USD 0,09 por kilómetro.	Funcionamiento más económico que los vehículos convencionales Los EV funcionan solo con electricidad. Los costos de combustible para un EV típico varían entre USD 0,012 y USD 0,025 por kilómetro.
Flexibilidad en el abastecimiento de combustible 	Se pueden abastecer en las gasolineras	Se pueden abastecer en las gasolineras y se pueden cargar en el hogar, en las estaciones públicas de carga y en algunos lugares de trabajo	Se cargan en el hogar, en las estaciones públicas de carga y en algunos lugares de trabajo

Fuentes: Centro de datos de combustibles alternativos (afdc.energy.gov), FuelEconomy.gov

* Los PHEV y los EV no se clasifican no en kilómetros por galón, sino en kilómetros por galón de gasolina equivalente. Los kilómetros por galón de gasolina equivalente representan la cantidad de kilómetros que puede recorrer un vehículo usando una cantidad de combustible (por ejemplo, la electricidad) con el mismo contenido de energía que un galón de gasolina.

U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

Energy Efficiency &
Renewable Energy

Servicio de Respuesta Técnica para Ciudades Limpias
800-254-6735 • technicalresponse@icfi.com

Para ver esta y otras publicaciones de Ciudades Limpias en línea, visite cleancities.energy.gov/publications.

DOE/GO-102015-4742 • Agosto de 2015

Preparado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas en inglés), laboratorio nacional del Departamento de Energía de los Estados Unidos, Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable. NREL es dirigido por Alliance for Sustainable Energy, LLC.