



## Ficha Técnica Dirección de Movilidad y Transporte El auto híbrido-eléctrico

### Autos híbridos e híbridos *plug in*

Los autos eléctricos híbridos, como lo indica su nombre, combinan dos fuentes de poder: un banco de baterías y un motor de combustión interna.

Existen automóviles híbridos que cargan su banco de baterías con la potencia que provee el motor a un alternador exclusivo para la carga de estas, y con la electricidad almacenada accionan uno o hasta cuatro motores eléctricos de tracción. Como muestra la imagen, estos automóviles híbridos no pueden enchufarse a una estación de carga o la red doméstica, ya que están diseñados para funcionar con gasolina.

Figura 1. Híbrido de gasolina.



FUENTE: PIXABAY.COM

En el caso de los híbridos *plug in* (PHEV, por sus siglas en inglés), el banco de baterías puede ser recargado con el motor de combustión interna (MCI), o bien se le puede suministrar corriente eléctrica directamente desde el puerto de carga, como se muestra en la imagen.

Figura 2. Híbrido *plug in*.



FUENTE: DURÁN ORTÍZ M.

También los distingue la potencia de su motor eléctrico y la magnitud de su banco de baterías, que es mucho mayor en el caso de los PHEV.

Los PHEV son conocidos en el mercado de automóviles como sistemas *full hybrid*, aunque existen configuraciones de híbridos de gasolina que al ser impulsados únicamente por motores eléctricos de tracción, son conocidos como autos eléctricos de amplio rango o de rango extendido.

### Configuraciones del tren motriz

El tren motriz en un vehículo híbrido tiene dos configuraciones populares: en serie o combinado (combinación en serie y paralelo).

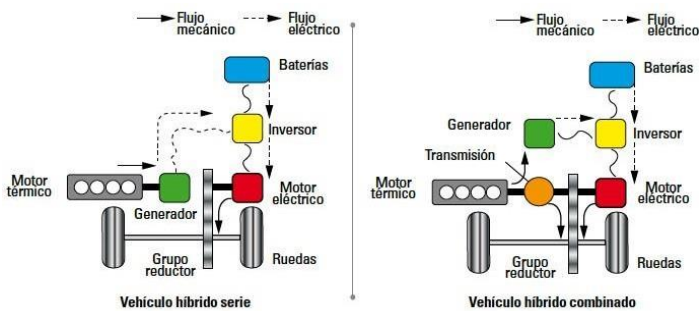
En la configuración en serie las fuentes de poder están conectadas entre sí, pero solo las baterías generan la potencia que da movimiento al vehículo; es decir, el motor de combustión interna acciona un generador eléctrico que



recarga las baterías, y estas suministran de energía al motor eléctrico que entrega la tracción para mover las ruedas.

Los híbridos combinados son más eficientes energéticamente, ya que utilizan la potencia de los dos motores a través de la transmisión o el diferencial por medio de un sistema de engranajes que permite que tanto el motor eléctrico como el MCI accione las ruedas; de esta manera, hay menos transferencia de energía entre la unidad de propulsión y la fuente de energía.

Figura 3. Esquemas de funcionamiento de trenes motrices en serie y combinado.



FUENTE: CESVI COLOMBIA

Esta última configuración descrita es la que domina el mercado de los híbridos tradicionales, ya que está presente en el automóvil híbrido más vendido del mundo.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de un auto *plug in*, cuyo tren motriz está en serie.

Figura 4. BMW i3.



FUENTE: PIXABAY.COM

También existen híbridos en serie que no cuentan con tecnología *plug in*, y que se mencionaron en párrafos anteriores como vehículos eléctricos de rango extendido. Sin embargo, se puede considerar que esa integración de tecnología es un tanto obsoleta, y sin uso comercial, pues los vehículos eléctricos de rango extendido modernos utilizan todos, tecnología *plug in*.

Otro ejemplo de un PHEV, pero con un tren motriz combinado, es el *Prius* de Toyota, cuyo éxito comercial está muy ligado a esta estructura del tren motriz, que vuelve a este híbrido muy eficiente y confiable.

Figura 5. El *Prius* ZVW35 de Toyota, el primer *Prius* con modalidad *plug in*.



FUENTE: ASACYAN

### Tecnología presente en el híbrido *plug in* (PHEV)

Un híbrido *plug in* se diferencia de un híbrido tradicional por un concepto muy importante, como es la autonomía entre recargas.

Los PHEV tienen un banco de baterías, que puede almacenar más potencia, y motores eléctricos con mayor capacidad de tracción, que aceleran el vehículo sin ayuda del MCI y mueven la unidad utilizando únicamente potencia eléctrica. La longitud del recorrido, sin que se agoten las baterías, es la autonomía que va a tener el vehículo.



Figura 6. Puerto de carga de un PHEV.



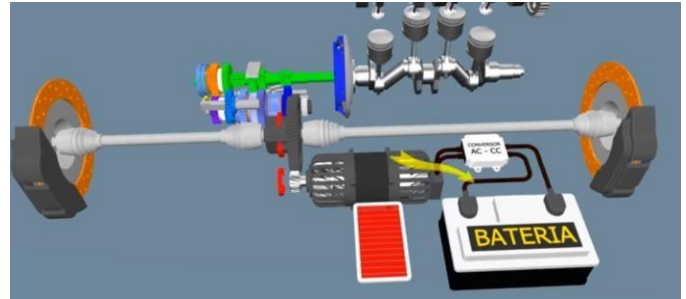
FUENTE: No Determinada

Las baterías que utilizan estos vehículos son de iones de litio. El banco de baterías suministra alto voltaje al sistema de tracción eléctrico, por lo que un sistema de electrónica de potencia es utilizado para acondicionar las corrientes que fluyen por la instalación eléctrica. Este sistema es llamado de administración de baterías (BMS en inglés) e interviene en procesos como la carga de las baterías desde la red eléctrica, la aceleración de los motores eléctricos de tracción y el frenado regenerativo.

El frenado regenerativo es un sistema electromecánico, cuyo propósito es recuperar algo de la energía que se pierde en el frenado del vehículo en forma de energía eléctrica, para que sea utilizada en los equipos electrónicos a bordo o que recarguen las baterías. La configuración de este sistema depende del modelo del vehículo. Existen híbridos que adhieren un motor/generador al sistema de frenos tradicional por medio del diferencial (sistema *start-stop*) o híbridos que utilizan la transmisión del vehículo, integrando un motor/generador más pequeño que el motor de tracción; este motor más pequeño actúa directamente en el frenado del coche cuando no es utilizado para recargar las baterías.

El sistema de frenos regenerativos que va adherido al diferencial es una configuración ya antigua que es utilizada incluso en autos tradicionales para mejorar su eficiencia. En vez de un motor/generador, se utiliza un alternador que no puede arrancar el vehículo, pero sí recargar la batería o utilizar los sistemas a bordo; en cambio, el sistema de frenos regenerativos, que utiliza un motor generador en la transmisión, es el sistema moderno de frenos regenerativos que utilizan los híbridos *plug in*.

Figura 7. Sistema de frenado regenerativo con un motor/generador en el diferencial (sistema *start-stop*).



FUENTE: MIRADADIGITALEC

El sistema de frenado regenerativo es muy importante, ya que regresa hasta un 9% de la energía total que utiliza un híbrido en sus traslados.

### Eficiencia energética de un híbrido

En efecto, un híbrido es más eficiente que un auto convencional, y en eso estriba el objetivo de la hibridación, sin embargo analizando cada sistema del vehículo híbrido, se encuentra que específicamente el motor de combustión interna (MCI) sigue aportando una pérdida importante en eficiencia.

Figura 8. Pérdidas generales en un auto híbrido.

Sistema	Pérdida en eficiencia
Motor de combustión interna	65%
Sistemas a bordo	4%
Tren motriz	5%
Sistemas eléctricos	3%

FUENTE: [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov)

Como se puede observar, el MCI continúa siendo altamente ineficiente, incluso instalado en un auto híbrido, pues solo es capaz de transmitir a las llantas un máximo de 30% del total de energía que consume. Un punto a favor de los híbridos frente a los convencionales, es que sus controles de demanda de energía, obligan a un funcionamiento bajo regímenes óptimos, que les permiten ser más eficientes. Caso contrario, un auto tradicional tiene pérdidas hasta del 70% en el MCI.

Si consideramos un vehículo híbrido de diésel, la eficiencia aumentará más, por el aporte que ofrece la capacidad energética de ese combustible.

### Conclusiones

- Los autos híbrido-eléctricos son más eficientes energéticamente que los autos tradicionales y emiten



menos gases de efecto invernadero.

- La tecnología híbrida es de transición hacia el auto 100% eléctrico o auto de baterías.
- La tecnología de hibridación no ha tenido mucho impacto comercial en México, debido a que tiene un costo elevado, en comparación con los autos tradicionales.
- La complejidad técnica de la hibridación entre un motor eléctrico y uno de combustión interna recae en los mecanismos de engranaje de la transmisión, especialmente en los híbridos combinados.
- La introducción comercial de los híbridos *plug in* es un paso muy importante en la electrificación del auto personal.

## Referencias

Figura 1: Sin título. (s. f.). pixabay.com. Recuperado 22 de marzo de 2021, de <https://pixabay.com/photos/prius-hybrid-car-electric-mileage-863970/>

Figura 2: Durán Ortiz Mario Roberto, "Mitsubishi Outlander PHEV in Amsterdam", 27 de diciembre 2016, dominio público CC BY-SA 4.0 (sin cambios): [https://en.wikipedia.org/wiki/File:AMS\\_12\\_2016\\_9870.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:AMS_12_2016_9870.jpg), usuario: <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Mariordo>

Figura 3: Cesvi Colombia. (2017, 5 julio). ABC de los vehículos híbridos. Revista Autocrash. <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>

Figura 4: Sin título. (s. f.). pixabay.com. Recuperado 22 de marzo de 2021, de <https://pixabay.com/photos/bmw-bmwi3-i3-car-automobile-ev-1911912/>

Figura 5: Asacyan, "日本語: プリウスPHV (ZVW35、市販車)", 26 de mayo 2012, dominio público CC BY-SA 3.0 (sin cambios): [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Prius\\_phv\\_03.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Prius_phv_03.jpg), usuario: <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Asacyan>

Figura 7: MiradaDigitalEc. (2013, 30 mayo). Freno Regenerativo [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aqU6HxBexho>

Figura 8: U.S. Department of Energy. (s. f.-b). Where the Energy Goes: Hybrids. <https://www.fueleconomy.gov/feg/Atv-Hev.Shtml>. Recuperado 22 de marzo de 2021, de <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv-hev.shtml>

## Mesografía

<https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>

<https://x-engineer.org/automotive-engineering/vehicle/hybrid/types-hybrid-electric-vehicles-hev/>

<https://www.youtube.com/user/EngineeringExplained/videos>

<https://afdc.energy.gov/>

<https://www.youtube.com/c/WeberAuto/videos>





Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

Av. Revolución 1877, Col. Loreto.

Ciudad de México. C.P. 01090

Tel. (55) 3000 1000 [www.gob.mx/conuee](http://www.gob.mx/conuee).

Elaborado en la Dirección de Movilidad y Transporte

Colaborador: Sebastián Hernández Arellano

Marzo, 2021

