
Discusión sobre Vehículos híbridos serie-paralelo

Autor:

Data de publicació: 02-01-2015

ANTES DE UNA DISCUSIÓN HAY QUE SENTAR LAS BASES DE LO QUE SE DISCUTE.

(Jaume Balmes)

Siguiendo a Balmes, antes de discutir sobre vehículos híbridos hay que sentar muy bien la definición de lo que es un vehículo híbrido no enchufable, porque esencialmente hay dos tipos, el tipo serie y el tipo paralelo y su funcionamiento es muy diferente. De hecho sin gasolina ningún híbrido funciona, bueno, funcionan mientras tengan batería.

El tipo serie el motor principal es el eléctrico => la energía siempre se aplica sobre un motor eléctrico. No hay ningún diferencial mecánico mediante el cual se ponga a trabajar el motor térmico en paralelo con el eléctrico. O sea, en los híbridos no enchufables serie, el motor principal es el motor eléctrico.

El tipo paralelo, en los de este tipo el motor principal es en la práctica el de combustión, que se pone a trabajar en paralelo con el motor eléctrico mediante un diferencial mecánico.

HÍBRIDO SERIE VS. HÍBRIDO PARALELO

La diferencia de diseño entre un híbrido serie y uno híbrido paralelo cambia por completo la física y la lógica de cómo se mueve el coche y cuál es el motor principal.

¿Qué tipo de configuración es mejor para el día a día, la pureza eléctrica del sistema en serie o la respuesta del paralelo?

Hay que aclarar esos conceptos para un planteamiento correcto:

1er caso. Híbrido en Serie (El motor eléctrico manda, es el motor principal)

Aquí el motor de combustión no está conectado a las ruedas; funciona puramente como un generador de corriente (un grupo electrógeno a bordo).

Tracción: 100% eléctrica.

Flujo de energía: Gasolina => Motor térmico => Generador => Batería => Motor eléctrico => Ruedas.

Ejemplo: La tecnología e-POWER de Nissan funciona exactamente así.

Sin gasolina un híbrido serie funciona mientras tenga batería.

2º caso. Híbrido en Paralelo (El motor de combustión es el que manda, es el motor principal)

Aquí el protagonista es el motor de gasolina/diésel, y el motor eléctrico actúa como un "padrino" que ayuda en momentos puntuales (salidas, aceleraciones fuertes) para ahorrar combustible. Ambos motores pueden empujar las ruedas a la vez, o por separado, porque comparten transmisión, hay un diferencial mecánico.

3er caso.. El matiz "místico": Los Híbridos Serie-Paralelo Combinados

En un sistema sofisticado, marcas como Toyota (con su famoso sistema Hybrid Synergy Drive) usan un sistema mixto gracias a un engranaje planetario, que puede funcionar en serie a baja velocidad al circular por ciudad hasta 90km/h y en paralelo al circular por carretera o autopista, a unos 120Km/h.

Dos grandes "peros" de un híbrido no enchufable serie:

1. Autonomía minúscula: La batería de un híbrido no enchufable serie es muy pequeña (suele rondar entre 1 o 2 kWh}). Está pensada para regenerar y soltar energía constantemente, no para almacenar grandes cantidades. Llega para recorrer apenas 1 o 2 kilómetros a baja velocidad.
2. El sistema de protección: En cuanto el ordenador del coche detecte que el motor de gasolina no arranca para

recargar la batería y esta baja de un umbral crítico (por seguridad, nunca se dejan descargar al 0%), el coche se detendrá por completo y se pondrá en modo avería para proteger el sistema de alta tensión.

¿Qué le pasa a un híbrido en serie sin gasolina ?

Ahí está el punto clave. Sin gasolina, el coche híbrido en serie se mueve... pero poco rato. Al quedarse sin gasolina, un híbrido no enchufable (tanto serie como paralelo) puede moverse usando la energía que le quede en la batería en ese momento, para apartarse a la cuneta o llegar a una gasolinera si está a la vuelta de la esquina.

Ergo, con ese 3er tipo definido, el caso de Toyota, ese místico sistema que es una mezcla de serie paralelo: al circular por ciudad a menos de 90 km/h el motor principal es el motor eléctrico.. y al circular por carretera a 120 km/h, el motor principal pasa a ser el de combustión interna.

Análisis de cómo se comporta el sistema combinado de Toyota

¿Ese sistema "místico" (que técnicamente se llama híbrido serie-paralelo o combinado) es un camaleón. No se queda fijo en un solo modo, sino que va saltando de uno a otro continuamente según la velocidad y el nivel de carga.

¿Tu división por escenarios es clavada a cómo está programado el cerebro del coche:

¿1. En ciudad (Hasta 50-70 km/h generalmente) → Comportamiento de Híbrido en Serie / Eléctrico Puro

¿En los arranques, semáforos y circulación lenta por ciudad, el coche prioriza apagar el motor de gasolina.

¿Si la batería tiene carga, se mueve de forma 100% eléctrica.

¿Si la carga de la batería baja, el motor de gasolina arranca, pero muchas veces no para mover las ruedas, sino para actuar como un generador (modo serie) que recarga la batería mientras el motor eléctrico sigue empujando el coche.

Resumiendo, en ciudad el auténtico motor principal es el motor eléctrico.

¿2. En carretera / autovía (A 120 km/h) => Comportamiento de Híbrido en Paralelo

¿Mantener un coche a 120 km/h sostenidos requiere mucha energía constante. A esas velocidades, los motores eléctricos son menos eficientes y agotarían la pequeña batería en un suspiro.

¿Aquí el engranaje mecánico (el divisor de potencia) se conecta de forma que el motor de combustión interna pasa a ser el músculo principal, enviando su fuerza directamente a las ruedas.

¿El motor eléctrico se queda en un segundo plano, interviniendo solo si viene un repecho o en los adelantamientos.

¿Por eso los híbridos de Toyota son los reyes indiscutibles del consumo en ciudad (donde usan el motor eléctrico el 70-80% del tiempo), pero en autopista a 120 km/h su consumo sube y se equipara al de un coche de gasolina convencional, porque ahí se convierten, a efectos prácticos, en un vehículo de combustión.

?

Así que, aplicando una lógica cartesiana, hay que dejar claro que, en el caso de Toyota, cambia el "rol de motor principal" del eléctrico al térmico según el escenario.

Vehículos híbridos- Generalidades

Debido a los problemas que siguen teniendo los vehículos eléctricos, escasa energía específica que actualmente se obtiene de las baterías y su limitación en cuanto a velocidad y autonomía, son los automóviles híbridos los que ofrecen una solución de compromiso más satisfactoria. Además pueden aprovecharse de los desarrollos en el campo de los motores de combustión interna que aún tienen margen de mejora.

El fabricante Toyota por ejemplo está desarrollando una serie de alternativas a los vehículos convencionales que consumen combustibles fósiles, desarrollando nuevas tecnologías que van desde los vehículos híbridos actuales hasta los que son impulsados por hidrógeno (FCHV: Fuel Cell Hybrid Vehicle).

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.

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

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.

Los híbridos se pueden diseñar con diferentes configuraciones:

En paralelo: tanto el motor eléctrico como el térmico pueden hacer girar las ruedas.

En serie: solo la parte eléctrica da tracción, el motor térmico se utiliza para generar electricidad y cargar las baterías

También se pueden clasificar según sea la carga de las baterías.

No enchufables: se recargan por el funcionamiento normal del vehículo.

Enchufables: también pueden recargarse conectándose a la red eléctrica.

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.

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

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

Disminución de la factura petrolera.

Desventajas:

Los vehículos híbridos tienen menos potencia (CVs) que los 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 mas 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. Tienen la desventaja de ser más caros. Tanto la velocidad máxima, como la autonomía son parecidas a los puramente térmicos y el peso puede ser también parecido si se usan carrocerías ligeras de aluminio, fibra de carbono o fibra de vidrio.

Como desarrollo para un futuro, están las celdas de combustible, que prometen reemplazar al motor de combustión mediante el uso de nuevas energías. Su única emisión por el tubo de escape es vapor de agua.

Entre los 10 automóviles híbridos más demandados del 2007 están los siguientes:

Toyota Prius
Toyota Camry hybrid
Toyota Highlander hybrid
Ford Escape hybrid
Honda Civic hybrid
Lexus GS450h
Lexus RX400h
Nissan Altima hybrid
Mercury Mariner hybrid
Honda Accord hybrid

Estructura

La configuración de un vehículo híbrido depende de la disposición de los elementos que lo componen, por lo que se pueden clasificar en híbridos serie e híbridos en paralelo.

Híbrido en serie

En estos vehículos el motor de combustión proporciona movimiento a un generador que o carga las baterías o suministra la potencia directamente al sistema de propulsión (motor eléctrico) y por lo tanto reduce la demanda a la batería.

El dispositivo generador se utiliza principalmente como un amplificador de prestaciones, por lo que en la mayoría de los kilómetros se circula con las baterías. Cuando la duración del viaje excede a las prestaciones de la batería, el dispositivo generador se enciende. Para viajes más largos, el dispositivo generador puede ser conectado automáticamente cuando las baterías alcanzan un nivel predeterminado de descarga.

El motor térmico impulsa un generador eléctrico, normalmente un alterador trifásico, que recarga las baterías, una vez rectificada la corriente, y alimenta al motor o motores eléctricos y estos son los que impulsan al vehículo.

Dependiendo del rango de velocidades que se quieran ofrecer el dispositivo generador debe ser mayor o menor. En un principio se propusieron soluciones de bajo rango de velocidades, pero la tendencia hoy en día es la de ir a un rango mayor. Esto implica sistemas de generación mucho mayores. La batería se dimensiona en función de los picos de demanda.

Así, a altas velocidades, sólo parte de la energía proviene de las baterías, siendo éstas las que suministran la potencia necesaria para aceleraciones y adelantamientos. A velocidad de crucero, la potencia generada en exceso se utiliza para recargar las baterías. Este sistema resulta eficiente si el 80% de los kilómetros recorridos son alimentados por la energía de las baterías que se han recargado desde la red. En caso contrario es difícil la justificación de este tipo de propulsión híbrida ya que la energía eléctrica de las baterías proviene en realidad de la combustión del motor térmico.

La principal ventaja que ofrece este diseño frente al de en "paralelo" es la de un diseño mecánico simple. Se dispone de un motor térmico diseñado y optimizado para trabajar siempre en el mismo régimen de revoluciones.

La desventaja de este tipo de vehículos es que toda la energía producida por el motor térmico tiene que atravesar el generador eléctrico sufriendo muchas pérdidas, debido a la transformación de energía mecánica a eléctrica, y toda la energía para la tracción tiene que pasar por el motor eléctrico.

Híbrido en paralelo

Este tipo de vehículo utiliza dos sistemas de tracción en paralelo. Según esta configuración ambos proveen de potencia a las ruedas de modo que los dos sistemas pueden ser utilizados independientemente o simultáneamente para obtener una potencia máxima.

Aunque mecánicamente más complejo, este método evita las pérdidas inherentes a la conversión de energía mecánica en eléctrica que se da en los híbridos en serie. Además como los picos de demanda de potencia le corresponden al motor de combustión interna, las baterías pueden ser mucho menores.

El motor a gasolina entra en funcionamiento cuando el vehículo necesita más energía. Y al detenerse, el híbrido aprovecha la energía normalmente empleada en frenar para recargar su propia batería (frenado regenerativo).

Como los patrones de uso de los automóviles tienden a viajes cortos y frecuentes, un híbrido en paralelo trabajará la mayor parte del tiempo sólo con motor eléctrico (este funcionamiento sería el ideal, aunque la realidad demuestra que actualmente las baterías de los híbridos tienen muy poca autonomía y por lo tanto estos vehículos funcionan mayormente impulsados por el motor térmico).

Dentro de los vehículos híbridos "paralelos" podemos distinguir dos arquitecturas: los que usan un generador independiente para cargar las baterías, o los que aprovechan el motor eléctrico para funcionar también como generador.

Con generador independiente: su inconveniente es que tiene más componentes, el generador, el convertidor de corriente alterna a corriente continua y la transmisión entre el motor térmico y el generador por lo que será más pesado y caro. Sin embargo tiene la ventaja que el generador al estar diseñado para funcionar sólo como generador, será más eficiente que el motor funcionando como generador.

Usando el motor eléctrico como generador: se disminuye el número de componentes, pero puede disminuir el rendimiento.

El vehículo híbrido paralelo con generador independiente también se le clasifica como vehículo híbrido "paralelo-serie". Esta configuración combina las ventajas de ambos sistemas y es la más utilizada por los fabricantes de automóviles como por ejemplo: Toyota en su modelo Prius.

Los tiempos de funcionamiento del motor eléctrico (motor) y del motor térmico (engine) se reparten en distinta proporción dependiendo de la configuración del vehículo híbrido. Para verlo más claro tenemos la gráfica inferior donde se ve que en el híbrido "serie" los tiempos de funcionamiento se reparten por igual al 50%, en el híbrido "paralelo" sin embargo funciona mucho más el motor térmico, en el híbrido "paralelo-serie" funciona más tiempo el motor eléctrico.

Motores

Los automóviles normalmente tienen motores de combustión interna que rondan entre los 60 y 180 CV de potencia máxima. Esta potencia se requiere en situaciones particulares, tales como aceleraciones a fondo, subida de grandes pendientes con gran carga del vehículo y a gran velocidad. El hecho de que la mayoría del tiempo dicha potencia no sea requerida supone un despilfarro de energía, puesto que sobredimensionar el motor para posteriormente emplearlo a un porcentaje muy pequeño de su capacidad, sitúa el punto de funcionamiento en un lugar donde el rendimiento es

bastante malo. Un vehículo medio convencional, si se emplea mayoritariamente en ciudad o en recorridos largos y estacionarios a velocidad moderada, ni siquiera necesitará desarrollar 20 caballos.

El hecho de desarrollar una potencia muy inferior a la que el motor puede dar supone un despilfarro por dos motivos: por una parte se incurre en gastos de fabricación del motor superiores a lo que requeriría realmente, y por otra, el rendimiento de un motor que pueda dar 100 caballos cuando da sólo 20 es muy inferior al de otro motor de menor potencia máxima funcionando a plena potencia y dando esos mismos 20 caballos. Este segundo factor es el principal responsable de que el consumo urbano de un mismo vehículo equipado con un motor de gran potencia consuma, en recorridos urbanos, muchísimo más que uno del mismo peso equipado con un motor más pequeño. En conclusión, el motor ha de ser el idóneo para el uso al que se destina.

Otro factor que penaliza el rendimiento brutalmente en recorridos urbanos es la forma de detener el vehículo. Ésta detención se realiza mediante un proceso tan ineficiente como es disipar y destruir la energía en forma de movimiento, energía cinética, que lleva el vehículo para transformarla en calor liberado inútilmente al ambiente.

Sin embargo, tampoco parece razonable limitar la potencia máxima de un motor en demasía en pro de conseguir excelentes consumos, puesto que en ciertas ocasiones es estrictamente necesario disponer de potencia para determinados esfuerzos tan puntuales como inevitables, tales como adelantamientos y aceleraciones en pendiente. He aquí donde el sistema híbrido toma su mayor interés. Por una parte combina un pequeño motor térmico, suficiente para el uso en la inmensa mayoría de las ocasiones, de buen rendimiento y por tanto bajo consumo y emisiones contaminantes, con un sistema eléctrico capaz de realizar dos funciones vitales.

Por una parte desarrolla el suplemento extra de potencia necesario en contadas, pero inevitables, situaciones como las anteriormente citadas. Por otra, no supone en absoluto ningún consumo extra de combustible. Al contrario, supone un ahorro, puesto que la energía eléctrica es obtenida a base de cargar las baterías en frenadas o retenciones del vehículo al descender pendientes, momentos en los que la energía cinética del vehículo se destruiría (transformaría en calor irrecuperable para ser más exactos) con frenos tradicionales. Además, no sólo aporta potencia extra en momentos de gran demanda de ésta, sino que posibilita emplear solo la propulsión eléctrica en arrancadas tras detenciones prolongadas (semáforos por ejemplo) o aparcamientos y mantener el motor térmico parado en éstas situaciones en las que no es empleado, o se requiere de él una potencia mínima, sin comprometer la capacidad para retomar la marcha instantáneamente. Ésto es posible porque tiene la capacidad de arrancar en pocas décimas de segundo el motor térmico en caso de necesidad.

Además de la altísima eficiencia, la posibilidad de emplear los motores eléctricos, exclusivamente, durante un tiempo permite evitar la producción de humos en situaciones molestas, como por ejemplo en garajes.

En conclusión, desde el punto de vista de la eficiencia energética, el vehículo híbrido representa un avance importante tanto en la reducción del consumo de combustible y de la contaminación. Sin embargo, no todos son ventajas actualmente los costes de producción de baterías, el peso de las mismas y la escasa capacidad de almacenamiento limitan aún su empleo generalizado.

El gran problema actual con el que se encuentra el motor eléctrico para sustituir al térmico en el vehículo es la capacidad de acumulación de energía eléctrica, que es muy baja en comparación con la capacidad de acumulación de energía en forma de combustible. Aproximadamente, 1 kg de baterías puede almacenar la energía equivalente de 18 gramos de combustible, si bien este cálculo no tiene en cuenta el escaso aprovechamiento energético de esa energía en un motor de combustión, en comparación con un motor eléctrico. Aun así esto supone una barrera tecnológica importante para un motor eléctrico.

Los motores eléctricos han demostrado capacidades de sobra para impulsar otros tipos de máquinas, como trenes y robots de fábricas, puesto que pueden conectarse sin problemas a líneas de corriente de alta potencia. Sin embargo, las capacidades de almacenamiento energético en un vehículo móvil obligan a los diseñadores a usar una complicada cadena energética multidisciplinar, e híbrida, para sustituir a una sencilla y barata cadena energética clásica depósito-motor-ruedas. La electricidad, como moneda de cambio energética, facilita el uso de tecnologías muy diversas, ya que el motor eléctrico consume electricidad, independientemente de la fuente empleada para generarla.

© 2007 MECANICAVirtual, la web de los estudiantes de automoción. Pagina creada por Dani meganeboy.
Actualizada: 9 Diciembre, 2008 . Estamos on-line desde: 24 Febrero de 2001