Automóviles (Carros) Eléctricos e Híbridos

Para Pensar

- 50 millones de autos y camiones livianos vendidos en 2006 por los principales fabricantes
- Ninguno de estos vehículos fueron puramente eléctricos
- Solamente 350.000 (menos de 1%) fueron híbridos de un tipo o de otro
- El estado del arte reside actualmente en: Fuel-cell vehicles, electric-drive cars and plug-in hybrids

Para Pensar

"En el 2025, 12% de los vehículos livianos vendidos globalmente serán híbridos. Otro 12 porciento serán Diesels"

Philip Gott
market forecaster at industry analyst Global Insight

"GM piensa vender autos movidos por electricidad. Pero, la compañía no va a fijar ninguna fecha para hacerlo hasta que se consigan baterías Litio-Ion suficientemente poderosas y durables para uso automotriz"

Robert A. Lutz
GM´s vicechairman for product development

Automóviles (Carros) Eléctricos

Tesla Motors: Roadster

Tesla Motors: Roadster

Tesla Motors: Roadster

- Aceleración 0 a 100km/h en 3,8 seg
- Autonomía: 400 km
- Peso: 1100 kg
- Peso Baterías: 350 kg
- Costo: US$ 100.000
- Recarga Batería: 3,5 hs , usando tomacorrientes hogareño
- Energía: 110V x 20Amp x 3,5h = 7,7 kWh

Automóviles (Carros) Híbridos

Breve descripción

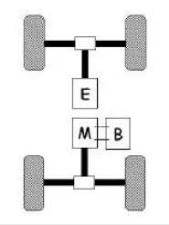
- Tipos
  - Paralelo
    - Full Hybrid
    - Mild Hybrid
    - 1 o 4 motores eléctricos, disposiciones variadas.
  - Plug-in
  - Serie
- Funcionamiento
  - fueleconomy.gov\feg\hybridanimation\hybrid\hybridoreview.html

Serie-paralelo

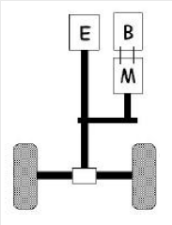
- Paralelo
  - Pos:
    - MCI más chico.
    - Mayor eficiencia.
    - Mayores prestaciones y versatilidad.
  - Neg:
    - SC y ST complejos.
- Serie
  - Pos:
    - MCI regula en su punto óptimo.
    - SC sencillos.
  - Neg:
    - 55% eficiencia entre MCI y pot. al eje del motor eléctrico.
    - MCI más grandes (sigue siendo útil en caso de buses).

paralelo

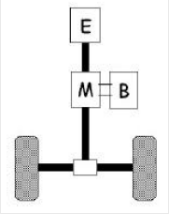
- **Combinación de fuerzas de tracción**



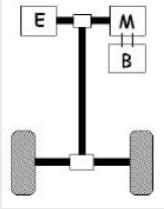
Combinación de torques



Combinación de torque en el eje



Combinación de velocidades



Desafío electrónico

- Los híbridos son por definición más caros pues el motor eléctrico, su fuente de energía y los controles electrónicos añadidos suponen un costo evidente.
- Los componentes electrónicos mueven alta energía eléctrica y deben mantener las baterías cargadas.
- Refrigeración de los componentes.
- Sistema de baterías.

Desafío electrónico

Suministro de energía

- Mientras que un **automóvil de 12 V** puede llegar a un **consumo máximo de 85 A** en la dirección asistida, un **híbrido maneja tensiones de 42 hasta 350 V y corrientes de 300 a 700A.**
- Elemento más caro: interruptores de semiconductor: IGBT, MOSFET de potencia.
- Las altas tensiones son peligrosas.
- **Seguridad en el Prius:**
  - **utiliza cableados naranjas, debajo de los paneles del suelo y aislados de forma que no toquen el chasis ni siquiera en un accidente.**
  - **En caso que se active el ABS se abrirán los relés unidos a los paquetes de baterías.**

Desafío electrónico

refrigeración

- Gran cantidad de calor afecta la vida de los componentes y puede aumentar la necesidad de aire acondicionado si hay partes del sistema eléctrico cerca del habitáculo.
- No alcanza la refrigeración por aire, en algunos casos se utiliza líquido (alta potencia).
- **Problemática de los fabricantes:**
  - Hasta ahora la tecnología apuntaba a reducir consumo.
  - Para los autos necesitan semiconductores que aguanten altas temperaturas.

Desafío electrónico

Arsenal de baterías

- **Enfoque del Prius:**
  - **Batería de plomo ácido de 12 V para arranque.**
  - **Paquetes de Ni/Mh para la energía usada en la propulsión eléctrica.**
  - **38 paquetes, total 45 kg. Dimensiones paquete: 279x19x102 mm.**
- **Otras tecnologías:**
  - **Ultra condensadores.**
    - **Cuestan un 50% más que las baterías de plomo ácido.**
    - **Proporcionan la mayoría de las ventajas de Ni/Mh a un coste menor.**
    - **Funcionan mejor a bajas T respecto de Ni/Mh.**
    - **Poco convencimiento entre los fabricantes.**

Desafío electrónico

Software

- Coordina las acciones de control.
- Prius: "Power Trader", código desarrollado por Siemens VDO Automotive.
- Será el software el que finalmente determine la forma en la que los conductores perciban el rendimiento del vehículo y si notan o no la transición eléctrica – MCI.

modelos

Toyota prius (v II 2004)

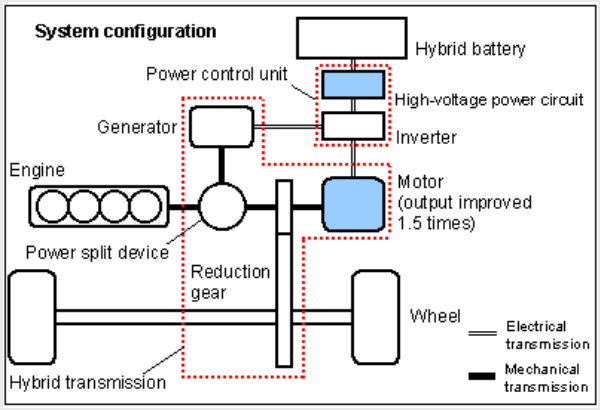
modelos

Toyota prius (v II 2004)

- 0-97 km/h en 10s
- 20km/l en ciudad; (2009): 3,9l cada 100km
- 0,26 coef. aerodin.
- 90% menos emisiones respecto MCI.
- 20.000 U$D precio EE.UU.
- 25.000 €, España.

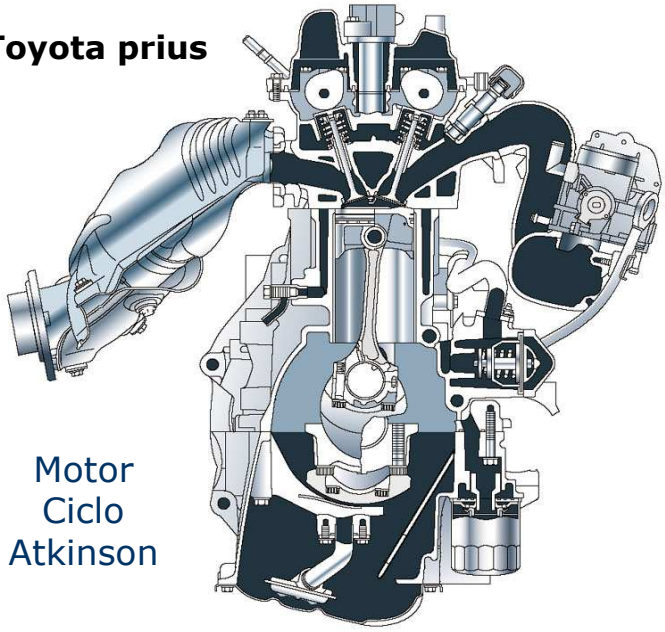
Toyota prius

componentes



- **MCI 1,5l, ciclo Atkinson 13:1 rel. expansión, 76 Hp a 5000 rpm.**
- **Motor eléctrico CA sincrónico, imán permanente, refrigerante líquido, 68 HP a 1200 – 1540 rpm.**
- **Generador**
- **Inversor**
- **Distribuidor de potencia (engranaje planetario controlado eléctricamente)**
- **Baterías NiMH**

Toyota prius

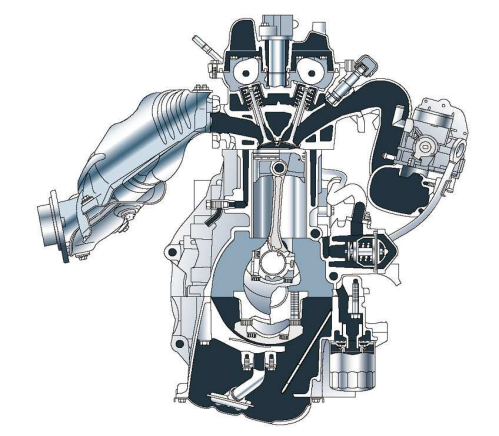


Motor
Ciclo
Atkinson

Toyota prius

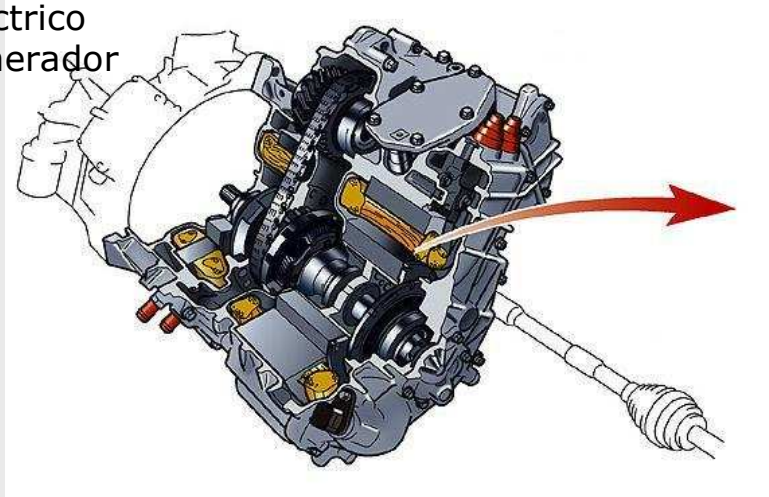
Motor-ciclo atkinson

- Distintas relaciones de compresión real (9:1) y expansión (13:1).
- Cierre tardío de las válvulas de admisión (78º a 105º después **PMI**).
- Parte de la mezcla que ha entrado en el cilindro vuelve a salir, se colecta y utiliza en el siguiente ciclo de admisión.
- Se lo ha denominado también: "de 5 tiempos" (agregando al de 4t uno más llamado: *reflujo de gases*).



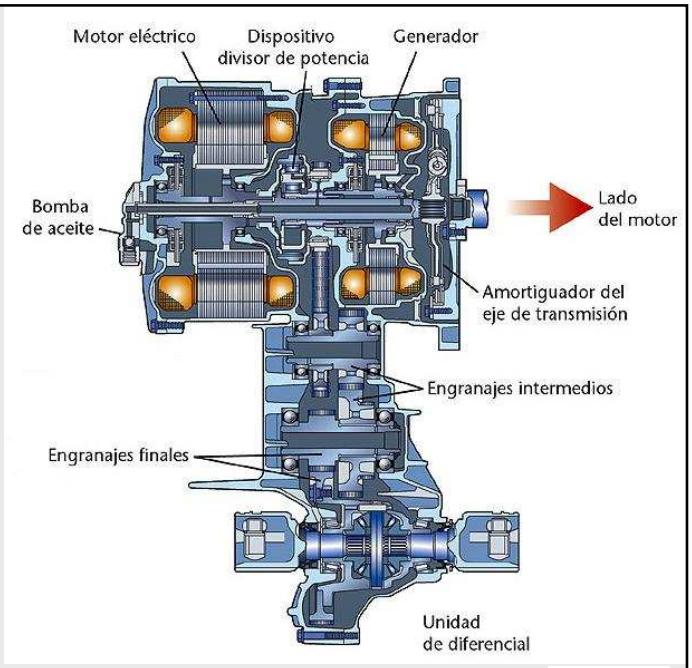
Toyota prius

Motor
Eléctrico
y generador



Toyota prius

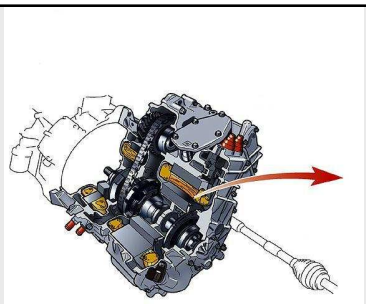
Motor Eléctrico y generador

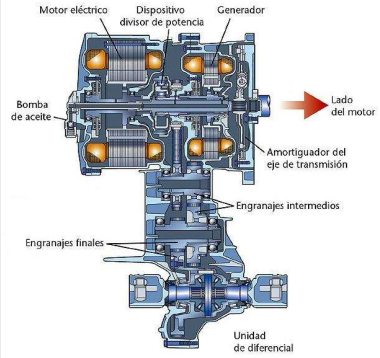


Toyota prius

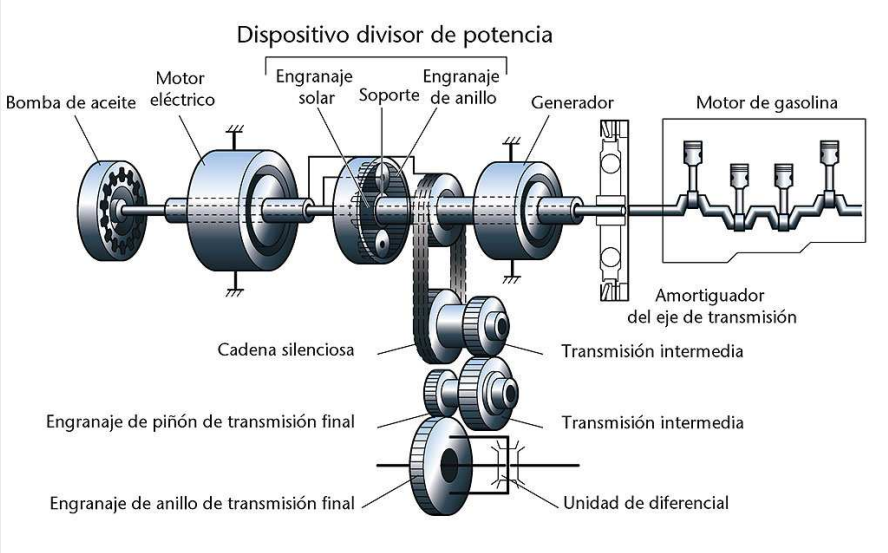
Motor eléctrico y generador

- **Al motor eléctrico lo fabrica Toyota.**
- **Es un motor AC síncrono con imanes permanentes de neodimio.**
- **Funciona a 500 V y puede dar 50kW entre 1.200 y 1.540 rpm.**
- **Su par máximo es 400 Nm, hasta 1.200 rpm.**
- **Pesa 104 kg y su régimen máximo es 6.150 rpm.**
- **El generador funciona como motor de arranque del motor térmico.**
- **Es de corriente alterna síncrono y, como máximo, gira al doble de régimen que el motor térmico.**

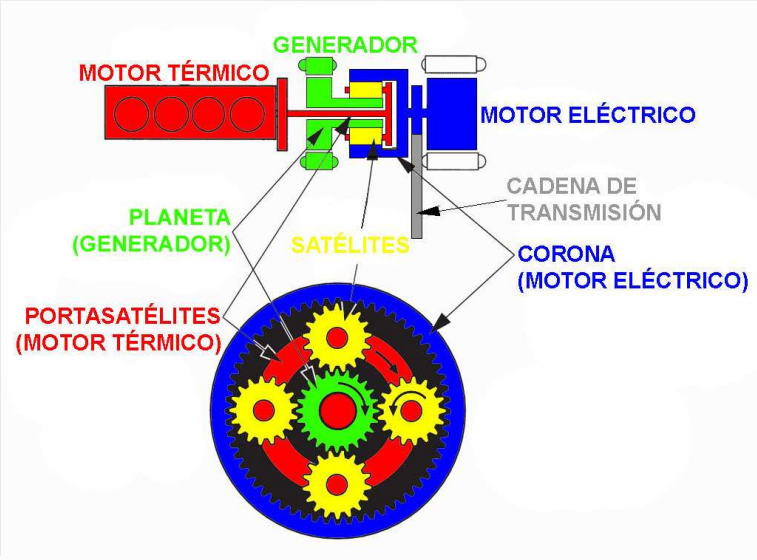




Toyota prius Distribuidor de potencia



Toyota prius Distribuidor de potencia-detalle



Toyota prius

Transmisión-estudio

- **En el Prius, la unión entre el motor térmico, el motor eléctrico y el generador se hace mediante un engranaje planetario (EP) (ver filmina anterior).**
- **El engranaje central o «planeta» está unido al generador eléctrico. El porta satélites está unido al motor térmico.**
- **La corona del engranaje planetario está solidariamente unida a las ruedas delanteras del auto, a través de un diferencial con relación 4,11 a 1.**
- **El auto puede salir desde parado con una marcha tan «larga» pues hasta unos 25 km/h, el torque que puede generar el sistema de propulsión es de unos 480 Nm, multiplicada en este caso por 4,11.**

Toyota prius

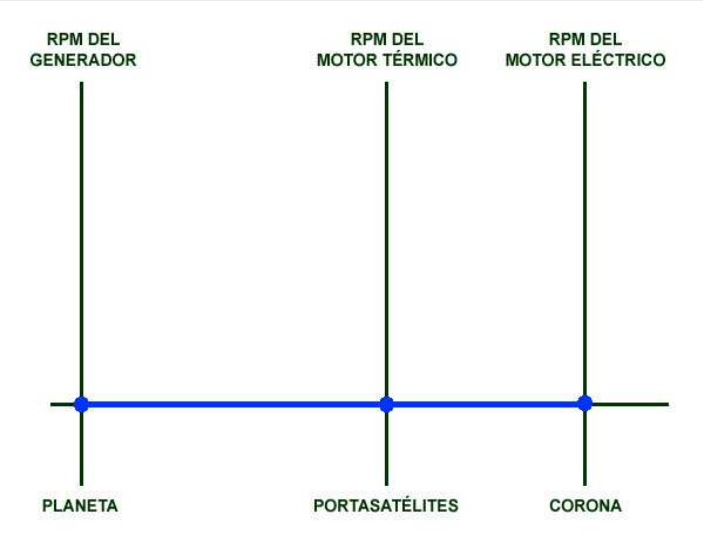
Transmisión-estudio

- **Por razones de espacio, la transmisión de torque entre la corona del Engranaje Planetario (EP) y el diferencial se hace mediante una cadena de transmisión y dos pares de engranajes.**
- **La corona del EP está en movimiento si el auto también lo está .**
- **La fuerza para moverse proviene del motor eléctrico directamente o indirectamente del empuje que le da el motor térmico.**
- **Cuanto más lenta es la velocidad del automóvil, tanto mayor fuerza proviene del motor eléctrico.**
- **Cerca de la velocidad máxima, toda la fuerza proviene del motor térmico.**

Toyota prius

Transmisión-ejemplos

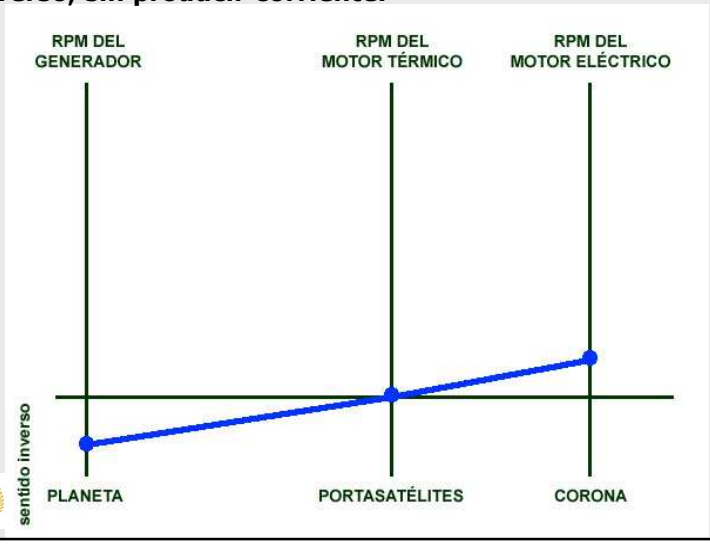
1. **El automóvil está detenido, todos los elementos del engranaje planetario están detenidos.**



Toyota prius

Transmisión-ejemplos

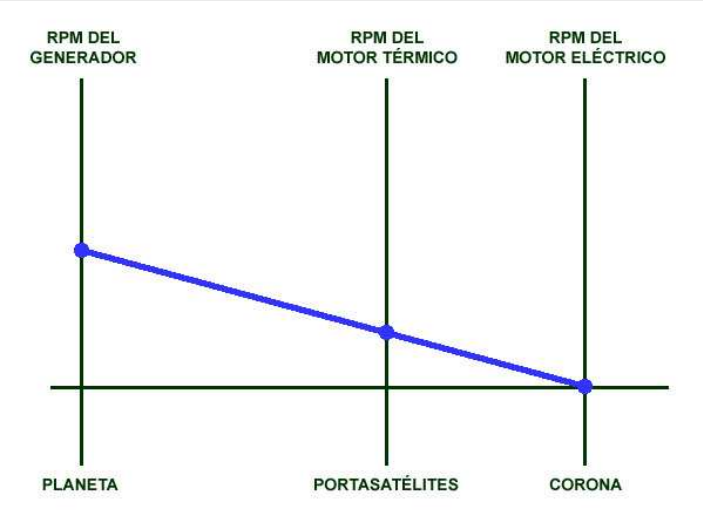
2. **El auto se mueve sólo con la energía de la batería. El motor térmico está parado y el generador funciona en sentido inverso, sin producir corriente.**



Toyota prius

Transmisión-ejemplos

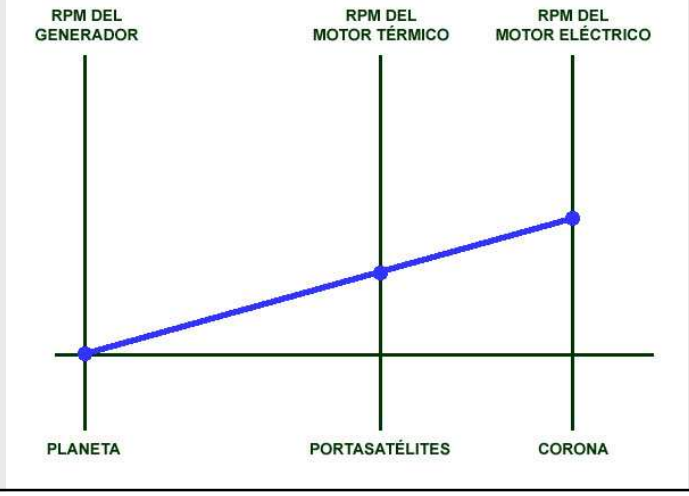
3. **El auto está parado y el motor térmico está recargando la batería. El generador ofrece par resistente y por eso genera una energía que se destina a recargar la batería.**



Toyota prius

Transmisión-ejemplos

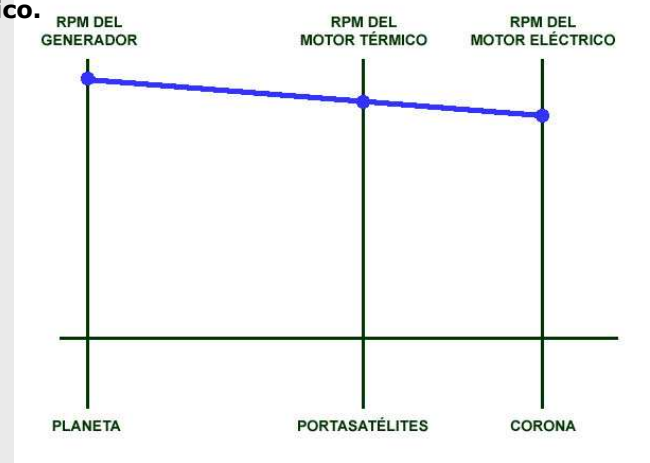
4. **El automóvil avanza a velocidad constante. El porta satélites (motor térmico) empuja a la corona (motor eléctrico) mientras el que planeta está detenido (generador). En estas condiciones la propulsión es enteramente mecánica, aunque se realice a través del motor eléctrico.**



Toyota prius

Transmisión-ejemplos

5. **El auto acelera fuertemente, el generador se pone en marcha. La fuerza con que el motor eléctrico impulsa a las ruedas procede de tres fuentes simultáneamente: a) el motor térmico mueve al generador que, a su vez, alimenta al motor eléctrico. b) el motor térmico impulsa mecánicamente al motor eléctrico. c) la batería suministra electricidad al motor eléctrico.**



Toyota prius

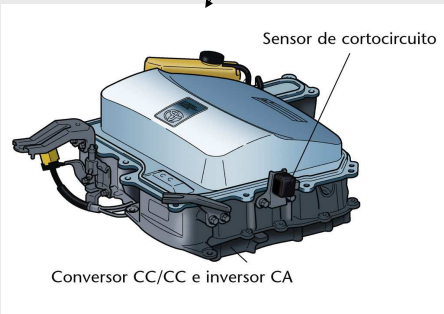
Transmisión-ejemplos

6. **Hay otras condiciones de funcionamiento posibles.**
   El sistema puede variar o eliminar completamente el par resistente del generador para adecuar la energía que genera a cada condición de funcionamiento.

Toyota prius

Elementos electrónicos

Modelo Prius II



Modelo Prius I

Toyota prius

Detalle baterías

- Níquel e hidruro metálico, por Panasoni
- 202 V, 6,5 Ah de capacidad, 42 kg.
- Densidad de energía más alta del munc su tamaño.
- No tiene «efecto memoria», está hecha para que nunca baje de un cierto nivel de carga, mientras el auto está funcionando.
- Cuando el auto queda parado y desconectado, el proceso de descarga es muy lento.
- No está prevista su sustitución en el programa de mantenimiento y, como todos los elementos del sistema híbrido, tiene ocho años de garantía.
- Está conectada al conversor de 202 V de corriente continua a 500 V de corriente alterna. Este dispositivo también invierte la corriente eléctrica cuando hay que cargar la batería (bien con el generador, o bien con el motor eléctrico).
- Para reducir peso y precio, la red de cables de alta tensión no es de cobre, sino de aluminio.

Toyota prius

Detalles técnicos

- Potencia neta 110 Hp.
- MCI arranca a altas vueltas (lo mueve el generador).
- Sin alternador ni motor arranque.
- Vasija térmica (mantiene la T refrigerante por un día).
- Circuito de alta tensión de 500 V, permite mayor potencia y mejor eficiencia respecto del Prius I (2001).
- Voltaje variable por SC.
- Utiliza transistor bipolar de puerta aislada producido por Toyota.
- Puede funcionar sólo eléctrico hasta 50 km/h.

Honda civic

Alternativa motor-ima

Honda civic

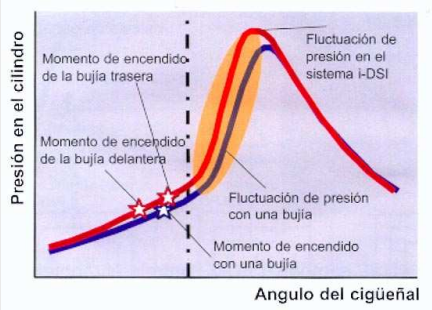
Alternativa motor-IMA

- Ciclo Otto con variaciones *(Integrated Motor Assist):*
  - Sistema de doble encendido secuencial.
  - Distribución variable de tres fases.
  - Reducción de pérdidas por fricción.

- 1,3 l.
- Un árbol de levas.
- Dos válvulas por cilindro en ángulo estrecho (30º).
- Bloque de aluminio con paredes finas.
- 95 CV a 6.000 rpm (máx).
- 123 Nm a 4.500 rpm (máx).
- Presión media efectiva 11,5 bar (máx).
- Puede funcionar con mezcla pobre.
- 24.200 € (España).

Honda civic

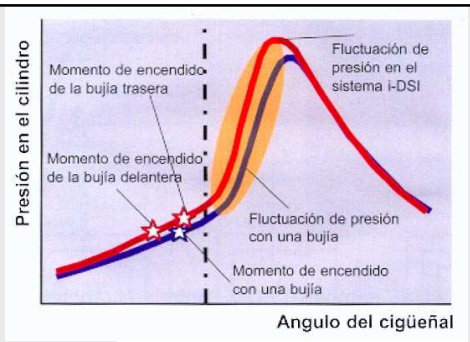
Motor-doble encendido



- El objetivo es, en todo caso, avanzar el encendido lo más posible, para que el aumento de presión que provoca la combustión se acerque al punto muerto superior (gráfico).
- Permite que la relación de compresión sea alta (10,8 a 1), hay pocos motores de gasolina con inyección indirecta que lleguen a tanto sin requerir combustible de NO:98.

Honda civic

Motor-doble encendido



- Las bujías no siempre dan la chispa simultáneamente.
- Al ralentí y a régimen alto el encendido es simultáneo.
- En cualquier otro caso la bujía que está al lado de la válvula de admisión enciende antes que la que está al lado de la de escape.

Honda civic

Motor-distribución

- Las tres fases de la distribución corresponden a carga baja, carga alta o retención.
- Para carga baja hay unas levas que dan poca alzada a las válvulas.
- Para carga alta hay levas de mayor perfil, que dan más alzada.
- Cuando el conductor suelta el acelerador, las levas no pisan las válvulas, de manera que quedan cerradas permanentemente.
- Lo que se consigue al cerrar las válvulas es que el motor no bombee aire y, por tanto, haga menos retención, según Honda, un 66 % menos.
- Al eliminar la distribución se elimina también la pérdida por bombeo en ese motor. Lo que no se impide es la pérdida que pueda haber por compresión. El cilindro cerrado actúa como un resorte neumático y no devuelve toda la energía que absorbe. Como en cualquier motor, se corta la inyección de combustible.

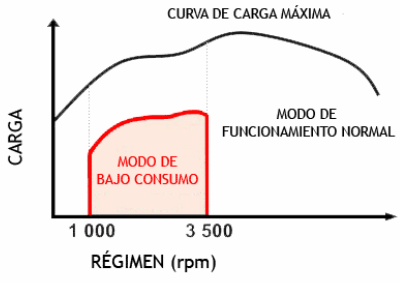
Honda civic

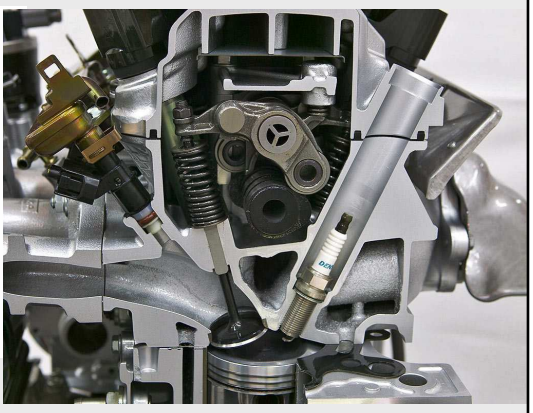
Motor-distribución

- Como el motor ofrece menos retención, es posible utilizar más la inercia del coche en cargar la batería; según Honda, con relación al anterior Civic IMA, la capacidad para recuperar energía se ha multiplicado por 1,7.
- Además, mejora el rendimiento en carga parcial, donde al motor le cuesta mucho aspirar el aire de admisión, ya que lo debe hacer a través de un área muy pequeña.
- Cuando el motor funciona con carga parcial (y se cumplen otras condiciones), deja la mariposa completamente abierta. Este sistema tb lo tiene el Civic común.
- Lo que hace para disminuir la carga es dejar la válvula de admisión abierta durante la fase de compresión, devuelve parte de la mezcla sin quemar al conducto de admisión.
- En cierto modo, este motor de Honda funciona en esas condiciones de forma parecida a los de ciclo Atkinson.

Honda civic

Motor-distribución

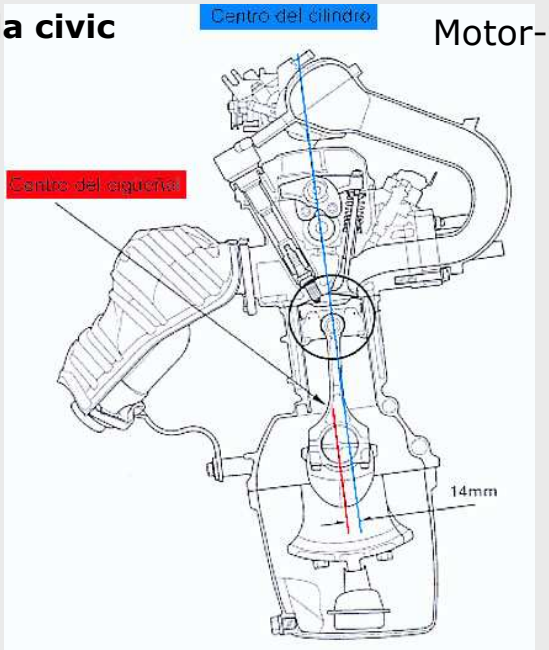




Honda civic Motor-fricción

- Para disminuir las pérdidas por rozamiento, las camisas están pulidas a espejo.
- Los pistones tienen micro depresiones para retener más aceite.
- El eje del cilindro está desplazado 14 mm con relación al eje del cigüeñal, hacia el lado de la admisión (ver imagen).
- Así se reduce la fuerza lateral del pistón cuando la presión alcanza el mayor valor, y por ello se reducen las pérdidas por roce.
- Se disminuye la velocidad del pistón en la primera mitad del recorrido descendente, con lo que se aprovecha mejor la expansión del gas.
- También tiene una pequeña desviación entre el eje del cilindro y el centro del bulón (0,5 mm) para disminuir el "campaneo".

Honda civic Motor-fricción



Honda civic

Motor eléctrico

- CC, síncrono, sin escobillas e imanes permanentes. Tensión nominal 158 V.
- 20 CV a 2.000 rpm (máx).
- 103 Nm hasta 1160 rpm (máx).
- Puede mover el auto a bajas velocidades.
- Solidario con el térmico, está en el lugar que ocuparía el volante.
- No tiene ningún elemento adicional de unión al motor (embrague o convertidor hidráulico de par); es el motor eléctrico el que hace esas funciones.