

# NUEVAS GENERACIONES EN LOS SISTEMAS DE FRENADO DE LOS TURISMOS



**MODALIDAD:** ELECTROMECHANICA DE VEHICULOS

**CENTRO:** C.I.P. VIRGEN DEL CAMINO **USUARIO :** 319 CAMINO

**ALUMNOS:** NUNO-ALEXANDRE LEITE DA SILVA

OMAR SERRANO REMON

**PROFESOR TUTOR:** FERNANDO MORALES CACHO

# INDICE

1.- INTRODUCCION	3
2.-ABS	4
2.1 ¿QUÉ ES?	
2.2 ¿CÓMO FUNCIONA?	
2.3. EVOLUCION DEL ABS	
3. SISTEMAS ESP	6
OTROS SISTEMAS ANTIBLOQUEO DE FRENOS.	
4.- FRENOS CERAMICOS	8
4.1. ESTRUCTURA DE LOS FRENOS CERAMICOS	
4.2. CONSTITUYENTES DE LOS MATERIALES C/C:	
4.3. PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS DE LOS FRENOS DE CARBONO	
4.5. ETAPAS PARA LA FABRICACIÓN DE FRENOS DE DISCO DE CARBONO	
4.6. VENTAJAS DE LOS FRENOS DE CARBON.	
4.7. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE FRENOS DE CERAMICOS	
4.8. DISEÑO DE DISCOS Y PASTILLAS	
4.9. MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS CEREMICOS	
5.- FRENOS REGENERATIVOS DEL TOYOTA PRIUS	10
5.1. DESCRIPCION GENERAL DEL VEHICULO CON MOTOR HIBRIDO	
5.4. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS FRENOS DEL TOYOTA PRIUS.	
5.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIBRIDO COMO FRENADA REGENERATIVA.	
5.2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA HIBRIDO.	
6.- SISTEMA KERS	28

## **1. INTRODUCCION**

En este apartado explicaremos brevemente en que va a consistir nuestro trabajo:

Los sistemas que vamos a explicar se crearon por motivos de seguridad para las personas que condujeran y ocupen el vehículo, sistemas como el ABS, ESP, ASR... y su evolución hasta llegar a los sistemas actuales del vehículo. Se explicaran estos apartados en el punto 2 y 3.

También hablaremos de las innovaciones en la evolución de discos y pinzas con las llegadas de los nuevos discos cerámicos y sus ventajas respecto a los discos de acero, en el apartado 4.

Este proyecto se va a centrar sobre todo en el Toyota Prius de los sistemas de frenos de regeneración de energía para recargar la batería, aprovechando la energía cinética del vehículo, describiendo a la vez los sistemas de frenado que tiene este vehículo.

Entraremos un poco también del sistema nuevo de la Formula1 llamado KERS.

## **2.-ABS**

### **2.1 ¿QUÉ ES?**

El ABS fue el primer dispositivo electrónico que se incorporó a los sistemas de frenado y han sufrido una enorme evolución desde entonces. En la actualidad se están desarrollando nuevos dispositivos más avanzados cuyas funciones van más allá de los que es frenar y inmovilizar el vehículo.

Es un freno es un sistema que reduce la velocidad en un objeto que está en movimiento.

El aplicar más de la presión necesaria en el sistema de frenado conlleva el que las ruedas se bloqueen mientras el vehículo se mueve a velocidades por encima de los 80 Km/h en una superficie seca. Un bloqueo de ruedas prematuro sucede por unos movimientos que chocan generado por la desigual superficie de frenado, por vibraciones o por golpes contra los pistones hidráulicos tanto en las horquillas Como en los cilindros de las ruedas.

El bloqueo sucede cuando la fuerza de frenada supera la fuerza de saturación del neumático.

Instalar el ABS le permitirá al vehículo parar más rápidamente, limitando el que las ruedas puedan patinar de tal forma que sea posible dirigir el vehículo en una frenada brusca de emergencia. El ABS limitará ese grado de deslizamiento sobre el asfalto manteniendo el vehículo derecho.

En pocas líneas que el ABS fue diseñado para ayudar al conductor a mantener parte de la capacidad de dirección del coche así como para evitar patina miento, mientras se frene.

Insistimos en el hecho de que un ABS actuando sobre las cuatro ruedas es un seguro y efectivo sistema de frenado sólo cuando se usa correctamente. Tal y como hemos comentado ofrece una gran ventaja de seguridad al evitar que las ruedas se bloqueen durante una situación de frenada de emergencia, permitiendo al conductor no perder el control sobre la dirección y al vehículo funcionar de un modo más efectivo. Pero para aprovechar al máximo estos beneficios que en cuanto a la seguridad ofrece el ABS.

### **2.2 ¿CÓMO FUNCIONA?**

El ABS está compuesto por una combinación de sistemas electrónico e hidráulico de tal manera que regula la presión de cada freno individualmente para evitar el bloqueo de la rueda correspondiente. Los componentes necesarios para cualquier sistema ABS son los sensores de velocidad de las ruedas, una unidad de control hidráulico y una unidad de control electrónico (UCE).

El funcionamiento es muy sencillo. Al pisar el freno, los sensores de velocidad envían las velocidades instantáneas de cada rueda al UCE por medio de pulsos electrónicos. Si el sistema electrónico determina que alguna de las ruedas pierde velocidad demasiado rápido (indicando que está próxima al bloqueo), enviará al control hidráulico

la orden de que se abra la válvula necesaria para disminuir la presión en el cilindro de la rueda correspondiente. En el momento que la rueda recupera la velocidad que llevan las demás el cilindro vuelve a ejercer la presión sobre el freno.

Para disminuir la presión se suele desviar el fluido a una pequeña reserva, y se devuelve al circuito principal una vez soltado el freno.

### **2.3. EVOLUCION DEL ABS**

Hasta hace aproximadamente diez o quince años no se comercializó en automóviles particulares, salvo en casos especiales de camiones con grandes cargas o similares.

Con la revolución de la electrónica se empezaron a realizar los primeros sistemas ABS, y con el tiempo han llegado a ser un accesorio del equipamiento de serie en muchos de los coches del mercado, siendo, además, uno de los sistemas en seguridad del mercado.

A continuación se explica cómo se ideó y desarrollo este sistema de frenado hasta llegar a lo que hoy se conoce como ABS:

Allá por el año 1930, cuando ya había coches que habían sobrepasado la barrera de los 100 Km/h. En esta época se dieron cuenta de los peligros que suponía el bloqueo de las ruedas, debían inventar un sistema antibloqueo.

Durante aproximadamente 20 años (1950-1970), no se volvió a crear ninguna evolución el este sistema.

En 1969, en EEUU, dos fabricantes de coches emprenden un prometedor camino implantando el sistema ABS a las ruedas motrices.

En 1971, primer automóvil con sistema ABS en las cuatro ruedas. Dado a que era muy costoso en este año dejaron de fabricar este sistema, desapareciendo del mercado.

En ese mismo período, la Dirección General de Tráfico de los EEUU observa la necesidad de mejorar el sistema de frenado de los vehículos comerciales, así que en 1975 se vieron obligado a poner este sistema en vehículos pesados.

Mientras, en Europa el ABS es bien acogido, especialmente en autobuses y vehículos de transporte de sustancias peligrosas. A su vez, los principales proveedores de componentes electrónicos continúan desarrollando el ABS, pasando definitivamente de la tecnología electrónica analógica a la digital.

La crisis del petróleo retrasa la introducción del ABS creado por Bosch hasta 1978. Ya incorpora un sistema hidráulico y de UCE.

A principios de los 80, los japoneses adoptan el sistema diseñado por Bosch y lo van perfeccionando, hasta que al final consiguen desarrollar su propio ABS (Honda y Toyota).

En 1985, y se trataba del ABS Tevés, un sistema más compacto que el ABS desarrollado hasta entonces. Los sistemas van mejorando continuamente, aparecen nuevas versiones cada vez más baratas y compactas hasta que ya en los 90 el ABS comienza a ser normal en mayoría de vehículos particulares, y el sector del automóvil lo adopta mayoritariamente.

### **3. SISTEMAS ESP**

#### Funcion:

Mantener la estabilidad y la direccionalidad del vehiculo en cualquier circunstancia frenando directamente cada rueda.

El vehiculo despues del golpe de volante se estaviliza eso es una frenada activa el sistema ESP no permite aumentar la velocidad una vez que se activa.

El ESP se vasa en los eficaces componentes del ABS y ASR en su perfeccion, las señales que se envian de los sensores van por red CAN-BUS. El ESP valora las señales de los componentes sigientes, que reguitran el deseo del conductor:

- sistema de gestion del motor (pisar el acelerador).
- sensor de presion previa(pisar el freno).
- sensor del angulo de desviacion del volante (del giro de volante).
- sensor de revoluciones.

#### Componentes:

Sensores que incorpora el sistema como:

- Sensor de angulo de volante, este sensor tiene una giro de +/- 720° la tolerancia de su giro debe de tener como tolerancia +/- 5° en su vida util.
- Sensor de aceleracion transbersal, incorpora un sistema Hall no es un sistame sujeto riguido sino elastico, es impulsado por las fuerzas de aceleracion.
- Sensor de velocidad de guiñada, este sensor detecta los movimientos quiratorios del vehiculo.
- Sensor de presion, mide la dilatacion de una de las membranas que se situa en el circuito midiendo la presion del circuito hidraulico.
- Sensor de revoluciones, es un sensor inductivi situado a la salida del cigüeñal para detectar su guiro.

#### Unidad de mando

El objetivo de la unidad de mando es:

- Es alimentar de corriente los sensores.
- Reguistra el estado del sistema de servicio.
- Preparacion, procedimientos y salida de datos.
- Supervision de componentes.
- Union entre otras unidades de mando por red CAN.

#### Grupo hidraulico

Transforma las ordenes de la unidad de mando y dirige la presion en cada uno de los cilindros de rueda atraves de electro valvulas. Enlaza o une el cilindro principal y de las ruedas y se encuentran en el compartimento motor.

### **ESTRUCTURA DEL GRUPO HIDRAULICO QUE COMPONE EL SISTEMA.**

-Bomba de recirculacion autoaspirante: retorna el liquido de freno que hay en los cilindros de las ruedas hasta el cilindro principal.

-Deposito y camara de amortiguacion: los depositos recogen el liquido de freno que sobra en el circuito y las camaras de amortiguacion reducen las oscilaciones de presion en el sistema “reducen el ruido”.

-Electrovalvulas 2/2: sirven para regular la presion de frenado durante la regulacion de presion en los cilindros de rueda. Sive para la generacion activa de presion.

- Valvula de retencion: sive para que las valvulas de recirculacion autoaspirante no generen depresion en los cilindros de las ruedas.

## **FUNCIONAMIENTO BASICO DEL SISTEMA ESP.**

Este sistema es capaz de reconoces cuando el vehiculo derrapa, actuando para que vuelva a la tralectoria correcta comparando las señales que recibe de los sensores citados anteriormente, si estas informaciones no concuerdan el ESP actua reciendo en primer lugar el par motor y si aun asi no consigue estavilizar el vehiculo actua frenando una de las ruedas.

## **SITEMA DE ESTABILIZACION DEL REMOLQUE GRACIAS AL ESP**

En el caso de que en vehiculo lleve un remolque con viento lateral puede ocurrir que el remolque oscile y sea capaza de mover al vehiculo de lado a lado para que la unidad de control de el ESP reconozaca que lleva un remolque el conector del vehiculo debe de estar conectado ademas debe de llevar el vehiculo un freno de inercia, en el caso de que el ESP detecte una oscilaciones en primer lugar antua reduciendo el par motor y si esto no fuera suficiente actuaria frenado las ruedas, en el caso de que la frenada que fuese a ejerce una brusca frenada enciende las luces de freando del remolque y las del vehiculo.

## **OTROS SISTEMAS ANTIBLOQUEO DE FRENOS.**

### **ASR**

Es el regulador antipatinamiento en aceleracion, lo hace reduciendo el par motor, comparando las señales que recibe con los datos teoricos. Si los datos que reciben de el eje motrid y de las ruedas arrastradas no concuerdan este sistema actua.

### **HHA**

El control de arranquen pendiente o HHA, solo incorporado a vehiculos con cajas de cambio manual, sirve para evitar que el vehiculo en una pendiente de un 5% tanto hacia adelante como hacia atrás frene a el vehiculo para evitar que se deplace cuando vamos a arancar, digamos que es una sustitucion del freno de mano, este sistema lo que hace es mantener un istante la presion en el circuito de frenos para dar tiempo a pisar embrage meter marcha y arrancar.

El sistema HHA solo lo utilizan los vehiculo con caja de cambio manual porque en los de cajas de cambio automaticas sustitulle a este sistema de arranque el embrage hidraulico o el convertidor de par.

## **4.- FRENOS CERAMICOS**

### **4.1. ESTRUCTURA DE LOS FRENOS CERAMICOS**

Están formados por una mezcla de fibras de carbono con resinas fenólicas o matriz de carbono. Así combinamos la alta resistencia al esfuerzo de las fibras de carbono con la resistencia a la temperatura y a agentes químicos que posee la matriz de carbono.



### **4.2.CONSTITUYENTES DE LOS MATERIALES C/C:**

Fibras de carbono:

Las fibras de carbono son la principal fibra de refuerzo de los materiales compuestos. Se obtienen por procesos de degradación térmica a partir de materiales orgánicos, normalmente poliacrilonitrilo. Una buena alineación y direccionalidad de las fibras de la matriz evita zonas de sobretensiones y mejora las propiedades direccionales del material.

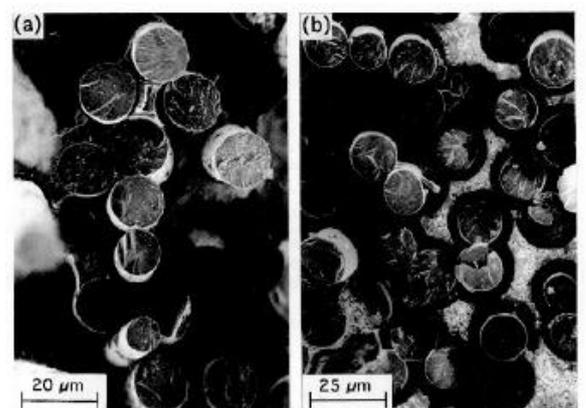
Matriz de carbono:

La matriz de carbono se obtiene a partir de compuestos orgánicos, que se introducen entre las fibras de carbono y se someten a un triple proceso de degradación térmica: pirólisis, carbonización y grafitización, por el que se reducen a carbono (grafito).

Los materiales utilizados en la formación de la matriz son diferentes en función de las características deseadas del material.

### **4.3. PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS DE LOS FRENOS DE CARBONO**

Los compuestos tienen unas propiedades especiales, debido, en gran medida a la introducción de las fibras de carbono en una matriz de carbono. Las propiedades estructurales de los frenos de carbono están generalmente controladas por las propiedades, fracción en volumen y disposición geométrica de las fibras. Fotografía:



Podemos destacar las siguientes propiedades de los componentes

1. Baja densidad: La densidad de estos materiales está entre 1400-2000 Kg/m<sup>3</sup>. En general, a mayor densidad obtenida, mayor es la resistencia y la rigidez de los frenos de disco de carbono así se reduce el peso de los frenos casi la mitad y hasta llegar a superar ese peso.

2. Alta resistencia y rigidez: los frenos de disco de carbono aumentan su resistencia y rigidez hasta cerca de los 2000°C y, aunque empiezan a declinar a partir de los 2200°C, soportan temperaturas de hasta 3300°C. Por ello es uno de los materiales más resistentes al choque térmico.
3. Bajo coeficiente de expansión térmico: de hecho, es negativo para temperaturas inferiores a 500°C.
4. Buena resistencia a fatiga y a fluencia: estos materiales tienen un límite a fatiga análogo al del acero. Se puede predecir un límite de fatiga infinito para un 45-50% de la resistencia a tracciones estáticas.
5. Baja fragilidad: comparada con otros materiales cerámicos es muy resistente a la fractura.
6. Alta conductividad térmica: que decrece al aumentar la temperatura. Las fibras de carbono son mejores conductores del calor que la matriz por lo que una composición es mejor, con lo que evacua mejor el calor en los planos paralelo a las fibras pero aísla la transmisión en sentido perpendicular a éstas.
7. Resistencia a la oxidación: Uno de los inconvenientes en su utilización es que estos materiales se oxidan fácilmente a partir de los 450-500°C.

#### **4.5. ETAPAS PARA LA FABRICACIÓN DE FRENOS DE DISCO DE CARBONO**

En la fabricación de frenos de disco de carbono podemos distinguir cinco partes:

1. Formación de la preforma: primero se crea la estructura multidireccional disponiendo las fibras según la ordenación direccional que se estudia en función de las aplicaciones y solicitaciones finales del material.
2. Infiltración: Se introduce el precursor en la preforma. Es muy importante controlar la calidad de la materia prima que dará forma a la matriz. Los materiales utilizados suelen ser sólidos, líquidos o hidrocarburos gaseosos.
3. Carbonización: Las preformas, una vez que han sido infiltradas, se tratan con un proceso de carbonización en el que se forma la matriz de carbono por reducción del precursor. Este proceso se lleva a cabo en atmósfera inerte a unas temperaturas de entre 600 y 1100°C.
4. Grafitización: Esta operación es opcional y se realiza en aquellos casos en los que se quieran la matriz de los frenos de carbono se transforme en grafito. Este proceso se realiza en un horno con atmósfera inerte mediante el calentamiento del material a velocidad controlada y temperaturas superiores a 2500°C.
5. Densificación: Debido a la degradación del precursor al formar la matriz se forman poros y grietas que deben ser llenados para mejorar las propiedades mecánicas del material. Para ello se repiten los procesos de infiltración, carbonización y grafitización hasta obtener la densidad adecuada en el material.

## **4.6. VENTAJAS DE LOS FRENOS DE CARBON.**

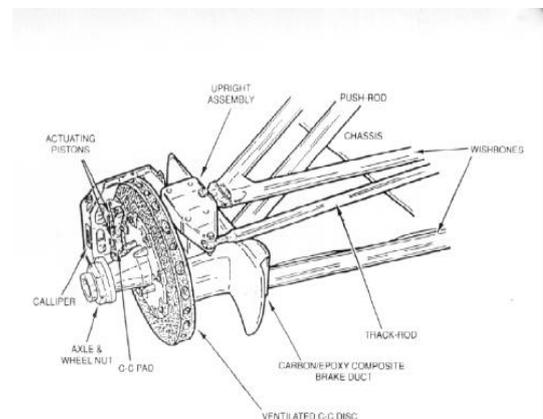
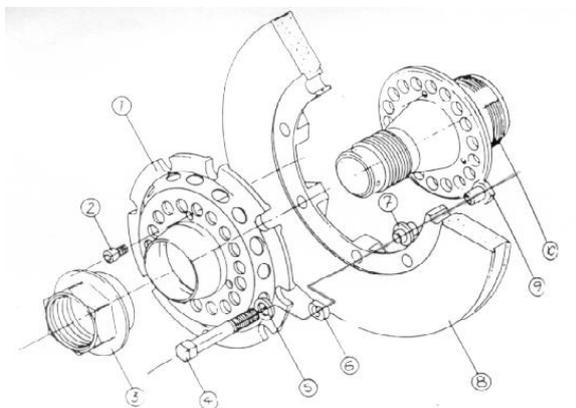
- Disminución de la distancia de frenado.
- Se cuadruplica la vida útil del freno.
- Reducción del efecto "fading"
- Reducción del peso de los frenos casi hasta la mitad llegando incluso en algún caso superar la mitad.
- Sin corrosión en la superficie del disco de freno.
- Sin deformación del disco por mala disipación del calor.

## **4.7. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE FRENOS DE CERAMICOS**

El principal problema que tiene las frenos cerámicos es el de mantener una temperatura en los discos correcta. Para ello es necesario dimensionar correctamente el tamaño de los conductos de ventilación y el diámetro de los discos.

Para evitar problemas de expansión térmica, es necesario montar el disco sobre un cubo flotante. Se permite de esta forma dilataciones del disco en sentido radial. Estos cubos están fabricados de aleaciones de titanio con un tratamiento superficial para mejorar su comportamiento a altas temperaturas.

En las figuras siguientes se puede apreciar la explosión de un freno de este tipo y su montaje junto a los elementos auxiliares.



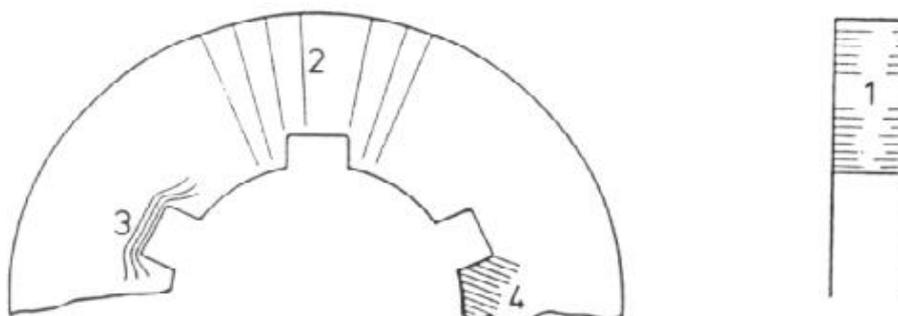
Los discos deben funcionar en un rango de temperaturas de masa de 400- 600°C. Si llegamos a estas temperaturas, los discos pierden efectividad y frenaría igual que unos discos convencionales. Por el contrario, si los calentamos demasiado se puede producir una excesiva oxidación del material.

## **4.8. DISEÑO DE DISCOS Y PASTILLAS**

Ya que es una composición, se muestra de gran relevancia la disposición de las fibras y su orientación. La orientación de las fibras está determinada por el flujo de calor y las

necesidades estructurales. En la fotografía se pueden apreciar la disposición de las fibras siguiendo las siguientes directrices:

- Evacuar el calor lejos de las superficies de fricción y dentro del cuerpo del disco.
- Evacuar el calor radialmente.
- Soportar concentraciones de tensión en los anclajes.
- Minimizar los efectos sobre el anclaje.



Como hemos mencionado antes, los conductos de ventilación deben ser del tamaño suficiente para que no se produzca un sobre calentamiento en condiciones de uso.

#### **4.9. MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS CEREMICOS**

Con la rueda quitada tenemos que medir el grosor del disco para ver si esta desgastado, este desgaste debe de ser de entre 3 y 6 décimas del dato del fabricante. También puede tener un desgaste químico que es la perdida de átomos de carbono cuando se junta con el oxigeno creando CO<sub>2</sub>.

El grosor del disco mínimo lo da el fabricante, si no tiene esta medida se debería de sustituir igual que si le apareciese una grieta.

Estos discos al ponerlos nuevo necesitan una especie de rodaje y las primeras frenadas duran más tiempo que con el disco convencional o anterior disco. Este rodaje dura unos 300 o 400 Km.

Para limpiar estos discos no se devén utilizar objetos duros y cepillos de alambre ya que los dañaríamos y se devén de sustituir, por eso se devén de limpiar con aire a presión.

## 5.- FRENOS REGENERATIVOS DEL TOYOTA PRIUS

### 5.1. DESCRIPCION GENERAL DEL VEHICULO CON MOTOR HIBRIDO

El sistema de propulsión híbrido del Toyota Prius está compuesto por un motor eléctrico de 68 CV y un motor térmico de 77 CV. La filosofía de este sistema aúna las ventajas de ambos tipos de motores. De este modo, emplea la energía eléctrica para mover el coche en bajos regímenes, que es cuando el motor térmico se muestra menos eficaz, ahorrando combustible y emisiones contaminantes. Por su parte, la energía del motor térmico se utiliza en altos regímenes, aprovechando su mayor potencia.



Los componentes principales del sistema híbrido son el **motor térmico**, el **motor eléctrico** y una **batería de alto voltaje**.

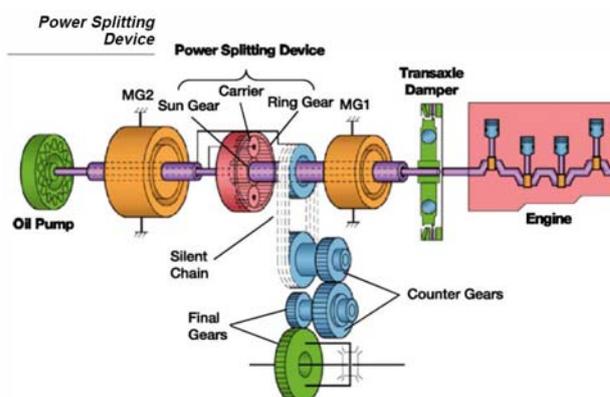
### **FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA HÍBRIDO**

Al poner el Toyota Prius en marcha, sólo funciona impulsado por el motor eléctrico MG2, alimentado por la batería HV, manteniéndose en este estado mientras la aceleración sea suave y la carga de la batería HV lo permita. Una vez que el Prius está en movimiento y se produce una aceleración, la centralita de control ordena arrancar el motor térmico.

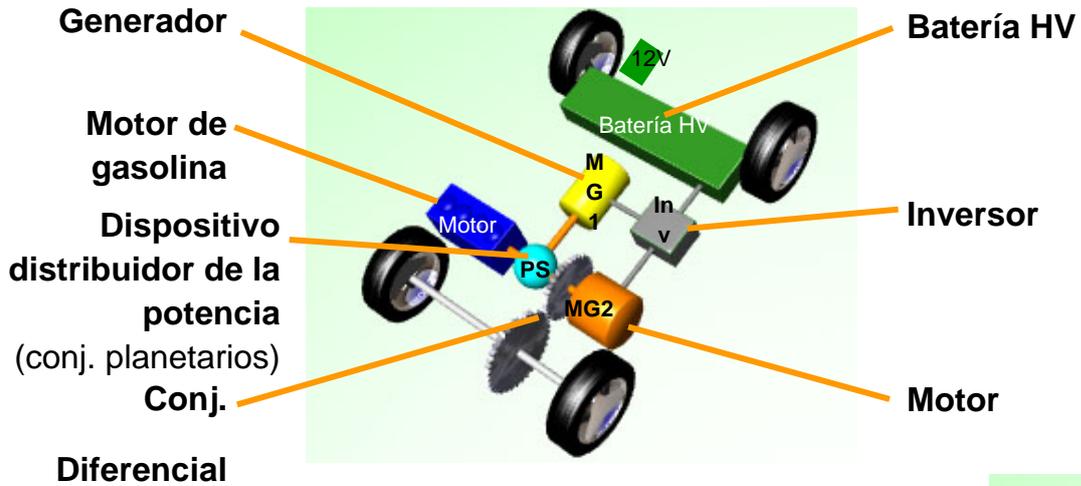
Para ello, la batería HV excita el motor eléctrico MG1, que pone en marcha el motor térmico. Desde ese momento, la energía generada por el motor térmico se emplea en ayudar a MG2 a mover las ruedas y en mover a MG1, que pasa a funcionar como generador, con lo que la batería HV no se descarga al no alimentar a nada.

Cuando se necesita una aceleración importante, aportan energía al sistema todos los componentes posibles: batería HV, motor eléctrico MG2 y motor térmico. Cuando se levanta el pie del acelerador o se desacelera, se paran los motores que en ese momento estén funcionando, de modo que las ruedas delanteras impulsan al motor eléctrico MG2, que pasa a funcionar como generador y produce energía eléctrica para cargar la batería HV. Esta función se denomina **“freno regenerativo”**.

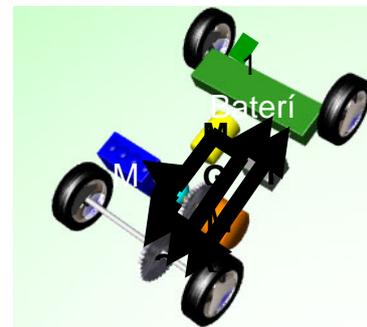
El sistema híbrido del Prius es el tipo de tren de potencia que emplea una combinación de dos tipos de ruedas motrices, el motor gasolina y dos motores eléctricos (MG1 Y MG2). Se le llama sistema inteligente porque sus dos tipos de fuerzas de movimiento se ponen de acuerdo con las condiciones de marcha así pueden alcanzar un rendimiento de alta respuesta y reduce el consumo de carburante y la emisión de gases de escape.



**ESQUEMA DE LA UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES SOBRE EL VEHICULO.**



Flujo de energía en el vehículo

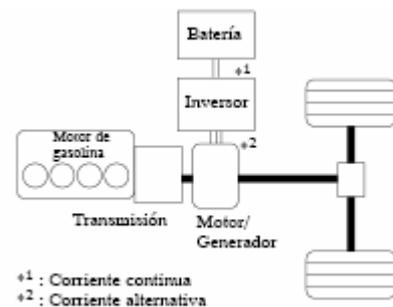


**FUNCIONAMIENTO DE OTROS VEHICULOS HIBRIDOS.**

Los motores eléctricos tienen dos formas de funcionamiento en los sistemas híbridos: en paralelo y en serie:

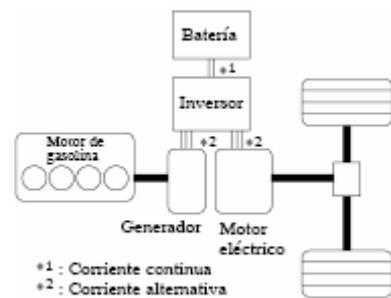
**SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO EN PARALELO**

Este es el sistema utilizado por el Prius, emplea el motor de gasolina y el eléctrico para impulsar directamente las ruedas el motor eléctrico también puede servir igual que el de gasolina para recarga la batería con el vehículo en movimiento



**SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO EN SERIE**

El motor de gasolina funciona como generador y así carga el acumulado y permite que motor eléctrico impulse las ruedas en un automóvil eléctrico con un generado impulsado con un motor a gasolina.



## **5.2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA HIBRIDO.**

### **BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (HV)**

La batería de alto voltaje está formada por un conjunto de baterías selladas de níquel y de hidruros metálicos (Ni-MH) y ofrece una tensión nominal de 201,6 V en corriente continua. Incorpora una clavija de servicio, que desconecta el circuito de alta tensión.

Va situada en la parte trasera del vehículo, detrás del asiento de los pasajeros, y se conecta al conjunto del motor mediante un cableado por debajo de la carrocería. Todos los cables de alta tensión están metidos en una funda de color naranja para su correcta identificación.

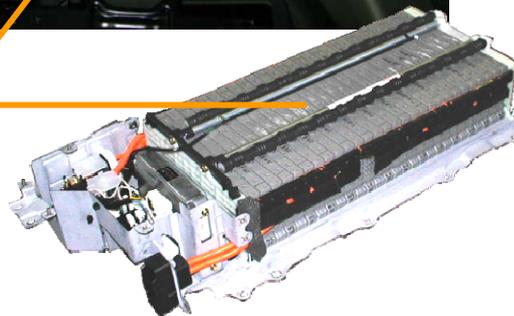
Ofrece gran densidad de energía tiene poco peso y larga vida de servicio no necesita de uso de cargadores externos ya que posee la regeneración gracias a la frenada y de un alternador convencional.

Situada en la porta equipajes tiene una clavija de servicio que desconecta el circuito en medio de los veintiocho módulos.

La UCE de la batería controla el ventilador de refrigeración de la batería.



Conjunto de  
baterías HV



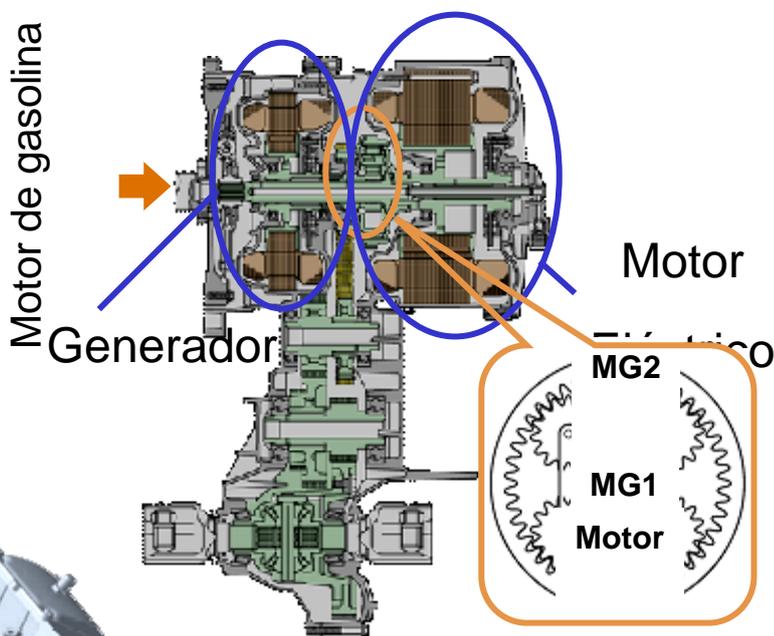
### **MOTORES ELECTRICOS**

Los motores eléctrico son dos motores-generadores eléctricos, denominados MG1 y MG2. El MG1 es un motor-generador eléctrico síncrono de corriente alterna trifásica. Su tensión de alimentación es de 500 V. Puede funcionar como motor de arranque del motor de gasolina o como generador, recargando la batería HV y excitando al motor generador MG2. Este motor MG1 es, además, el regulador de todo el sistema híbrido.

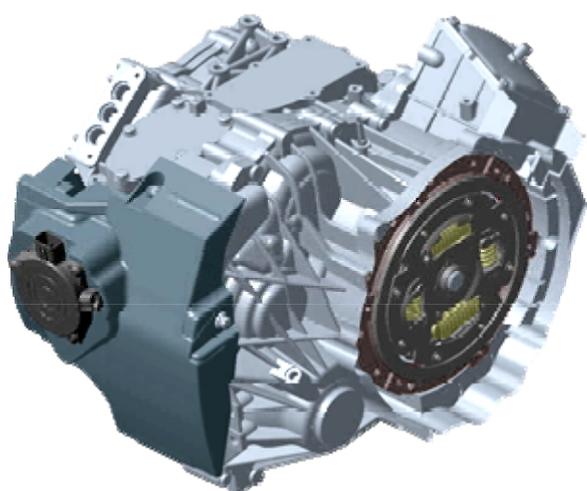
El motor-generador eléctrico MG2, de corriente alterna trifásica, con 500 V de tensión nominal, es el encargado de mover físicamente al vehículo. Puede actuar como motor, moviendo las ruedas delanteras, y como generador, alimentando a la batería HV cuando se lleva a cabo el frenado regenerativo. Es capaz de desplazar eléctricamente el vehículo hasta casi los 50 km/h

**CARACTERÍSTICAS DE ESTOS MOTORES:**

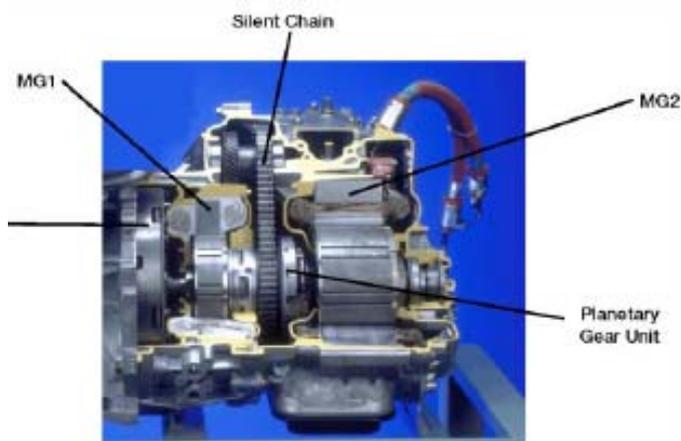
- Ambos son del tipo sincrónico de imán permanente eficientes a la hora de alternar la corriente, compactos y de poco peso.
- Sirviendo como la fuente de la fuerza motriz suplementaria que proporciona asistencia de potencia al motor de gasolina y el motor eléctrico ayuda al vehículo a alcanzar el rendimiento dinámico que necesita, en arranques y deceleraciones suaves. Cuando actúan los frenos regenerativos el MG2 convierte la energía cinética del vehículo en energía eléctrica almacenándola en la batería.
- El MG1 recarga la batería y excita al MG2, regulando la cantidad de energía generada en MG1 controla la función de transmisión continuamente variable de transeje. El MG1 sirve como un motor de arranque para el motor de gasolina.
- El conjunto de caja Se a añadido un sistema de enfriamiento através de la bomba de agua para el MG1 y MG2.



Dispositivo distribuidor de potencia (conj, planetario)



Conjunto de caja de cambios con los motores MG1 Y MG2



## MOTORES DE IMAN PERMANENTE (MG1 Y MG2)

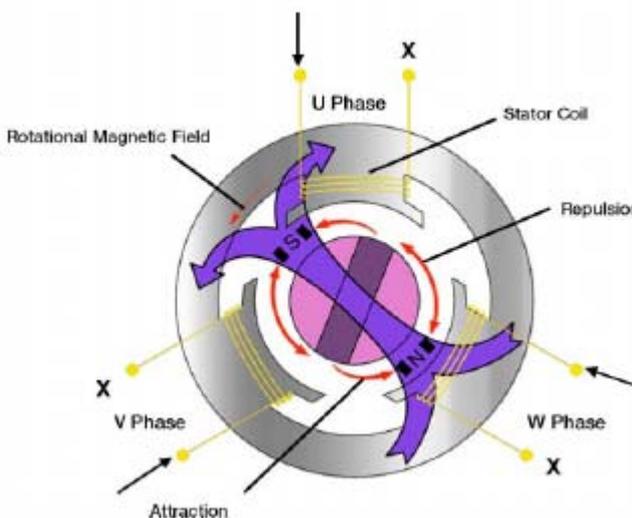
Cuando la corriente alterna trifásica pasa por los conectores trifásicos de la bobina del estator crea un campo magnético giratorio en el motor eléctrico que está controlado desajustado con la posición y velocidad de giro del roto, los imanes permanentes que se encuentran en el rotor son atraídos por el campo magnético de la rotación, generando par.

Este par es para los elementos que necesiten de la misma cantidad de corriente para su funcionamiento.

Un nivel de par alto hasta las velocidades altas puede generar de forma controlada y adecuada el campo magnético de rotación y los ángulos de los imanes del rotor.

-La estructura de cada imán permanente incorporado en el MG2 se a echo en forma de V para mejorar la salida de potencia y del par del rotor.

-Para el control del MG2 se adoptado un sistema de control de sobre modulación de nuevo desarrollo para el margen de velocidades medias además de los métodos que ya existían para velocidades altas y bajas. Al mejorar este método la salida de velocidad media se incrementado en un máximo del 30% aproximadamente



## CONJUNTO DEL INVERSOR

El conjunto inversor-conversor, que se encarga de transformar la tensión, elevándola o disminuyéndola, y de convertirla de alterna a continua y viceversa. Por un lado, convierte el voltaje proporcionado por la batería HV en corriente alterna trifásica para alimentar a los motores-generadores MG1 y MG2.

Por otro lado, lo convierte en corriente alterna trifásica para alimentar el compresor eléctrico del aire acondicionado, garantizando el funcionamiento de



la climatización aunque el motor de gasolina esté parado, como ocurre en las paradas durante la circulación. Finalmente, se utilizan también los 201,6 V de la batería HV para alimentar una batería auxiliar de 12 V situada en la parte derecha del maletero, que sustituye al alternador tradicional y es la fuente de alimentación del equipo auxiliar del vehículo (luces, sistema de audio, accesorios, etc.).

Cuando el motor MG1 o el MG2 actúan como generadores, el inversor convierte la corriente alterna generada por uno de ellos a corriente continua y la reduce a 201,6 V para cargar la batería HV.

### INVERSOR DE CORRIENTE. Características.

- El inversor convierte la corriente continua de alta tensión de la batería a alterna trifásica para impulsar el MG1 y MG2.
- La UCE de la batería controla la activación de los transistores de potencia y el inversor le transmite la información necesaria para controlar la corriente tal como el amperaje de salida o la tensión hacia la misma UCE.
- Junto con el MG1 y MG2, el inversor es enfriado con un radiador del sistema de refrigeración que es independiente del sistema de refrigeración del motor de gasolina.
- En caso de colisión el sensor del disyuntor del circuito, que se sitúa en el inversor, detecta una señal de colisión para detener el sistema.



### CONVERTIDOR DE ELEVACION DE TENSION.

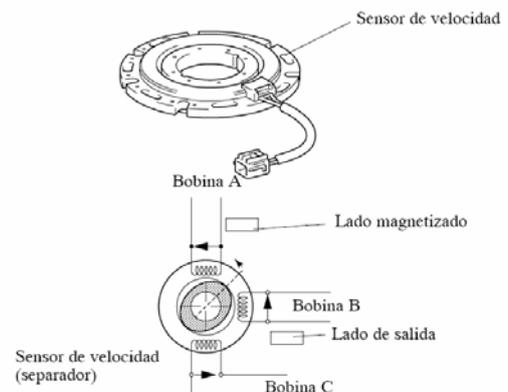
Eleva la tensión nominal de 201,6 V que salen de la batería a la tensión máxima de 500V consta de un modulo de alimentación integrado de elevación de tensión con un transistor bipolar de compuerta aislada incorporado que actúa el control de conmutación y el reactor que almacena la energía.

Cuando el MG1 o MG2 actúa como generado el inversor convierte la tensión alterna generada por uno de ellos en continua y luego el convertidor de elevación reduce a 201,6V la tensión y carga la batería.

### SENSOR DE VELOCIDAD

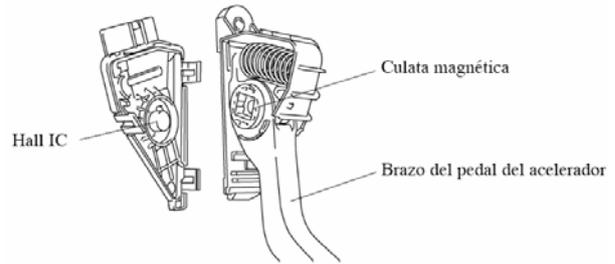
En un sensor pequeño y muy fiable que detecta con precisión del polo magnético, indispensable para asegurar el control eficiente del MG1 y MG2.

Compuesto de tres bobinas que están colocadas a 90° entre si mismas y tienen un rotor avalado, que dependiendo de a que bobina afecte sabemos la posición en la que se encuentra.



## SENSOR DE LA POSICION DEL PEDAL DEL FRENO

Esta montada en la base del brazo del pedal del acelerador y gira en torno al Hall IC con la fuerza que le aplicas a la fuerza del acelerador. El Hall IC convierte el flujo magnético a señales eléctricas así que le envía a la UCE de la batería en todo momento la posición del acelerador.



## BATERÍA AUXILIAR

Tiene una batería de 12V para usarla en caso de que el sistema eléctrico principal fallase y poder utilizar la energía para poder frenar el vehículo.

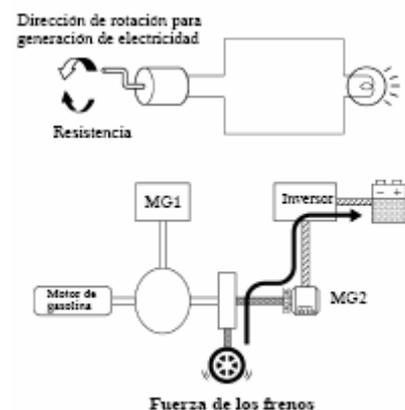


## 5.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIBRIDO COMO FRENADA REGENERATIVA.

El sistema de control del vehículo híbrido realiza las operaciones más eficientes para adaptarlas a las condiciones del funcionamiento normal:

- El suministro de energía eléctrica desde la batería al MG2 proporciona fuerza para impulsar las ruedas.
- Mientras el motor de combustión impulsa a las ruedas del MG1 gira mediante el motor de gasolina a través de los planetarios para suministrar la electricidad generada al MG2.
- El motor de gasolina gira al MG1 mediante los engranajes del planetario para cargar la batería.

Cuando se produce una deceleración o una frenada entran en funcionamiento la frenada regenerativa. La función de frenos regenerativo opera el MG2 mientras el coche desacelera o frena, y almacena esta energía en la batería para que se pueda utilizar, la resistencia de la operación, que ejerce el MG2 durante la generación de la energía eléctrica, como si la fuerza de frenado.



Para los sistemas híbridos que utilizan frenos regenerativo para alimentar la baterías del vehículo utilizan dos motores uno que basa su funcionamiento en un motor convencional o tradicional y otro eléctrico, cuando el motor de gasolina actúa convierte la energía cinética en eléctrica que se almacena en la batería, y suministra electricidad al motor eléctrico aprovechando la cantidad de energía necesaria.

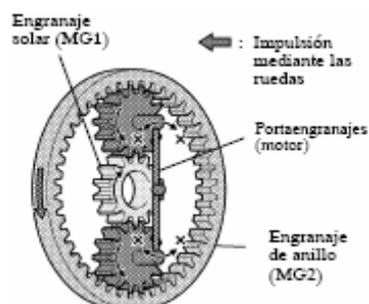
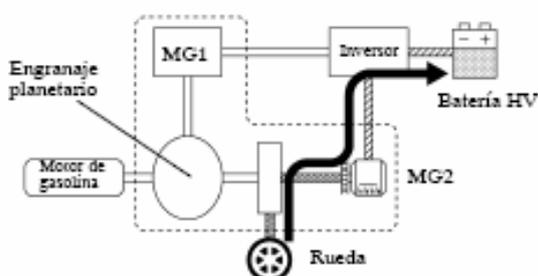
### Control de la UCE.

La unidad de control anti patinaje calcula la fuerza de energía de frenado basándose en la presión del cilindro principal del actuador del freno y del sensores que incorpora en la carrera del pedal de freno, esta UCE calcula una parte para la fuerza necesaria de los frenos regenerativos partiendo de la fuerza de frenado total emitiendo el resultado de la operación a la UCE que controla la carga de la batería.

### DURANTE LA MARCHA CON DESACELERACION

-Mientras se conduce el vehículo en posición D y se está desacelerado el motor se para y la fuerza motriz es cero. Las ruedas se impulsan al MG2 haciéndole que funcione como un generador, cargando la batería

-Si desaceleras desde una velocidad mas elevada el motor mantendrá una velocidad predeterminada sin pararse, para proteger la unidad de engranaje de los planetarios



## 5.4. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS FRENOS DEL TOYOTA PRIUS.

### GENERALIDADES DEL SISTEMA

-En estos sistemas de frenos se ha adoptado un freno de control electrónico que calcula la fuerza de frenado que aplica el conductor y el esfuerzo producido por el conductor así la fuerza de frenado aplicada es absorbida la energía con eficacia.

-La UCE del control de frenos electrónicos, que controla este sistema está integrada en la UCE de control anti patinaje y efectúa todo el control con el sistema de frenos hidráulicos.

-Se ha adoptado el sistema de control de la tracción del motor, para minimizar el patinaje de las ruedas impulsoras del vehículo, para que la fuerza de impulsión sea

apropiada en cualquiera de las superficies de la carretera aplicando el control del freno hidráulico a las ruedas que patinan

-La UCE de control de antipatinaje se comunica con la UCES del EPS y con la batería por medio de la red CAN-BUS.

Los frenos regenerativos consisten en una fuerza que se genera en el eje de rotación en la dirección inversa a la rotación de generador eléctrico que impulsa al vehículo, cuanto mayor sea el amperaje generado mayor será la fuerza de la resistencia

El eje de transmisión y el MG2 se unen por un sistema mecánico, cuando giran las ruedas con el motor mecánico se transmite una fuerza de frenos regenerativos del motor eléctrico a las ruedas. Se proporciona una fuerza de frenado regenerativos y frenos hidráulicos minimizando la pérdida de la energía cinética y recupera esta energía convirtiéndola en eléctrica.

La salida de potencia del MG2 ha aumentado a medida que el sistema de frenos regenerativos, que ha ido aumentando dando como resultado el sistema de frenos hidráulicos con el sistema regenerativo actual, las distribuciones de las fuerzas se ha mejorado con la adaptación de este sistema, incrementando eficazmente el margen. Con este mecanismo se consigue la mejora en rendimiento de los motores del vehículo, ahora combustible y contaminar menos.

## **DISTRIBUCION DE LA FUERZA DE LOS FRENOS**

-La distribución de la fuerza de los frenos entre el sistema de frenos hidráulicos y frenos regenerativos varía según la velocidad del vehículo y el tiempo de duración de la frenada.

-La distribución de las fuerzas de los frenos entre los frenos hidráulicos y los frenos regenerativos se realiza controlando los frenos hidráulicos y los frenos regenerativos corresponde con la fuerza ejercida por el conductor.

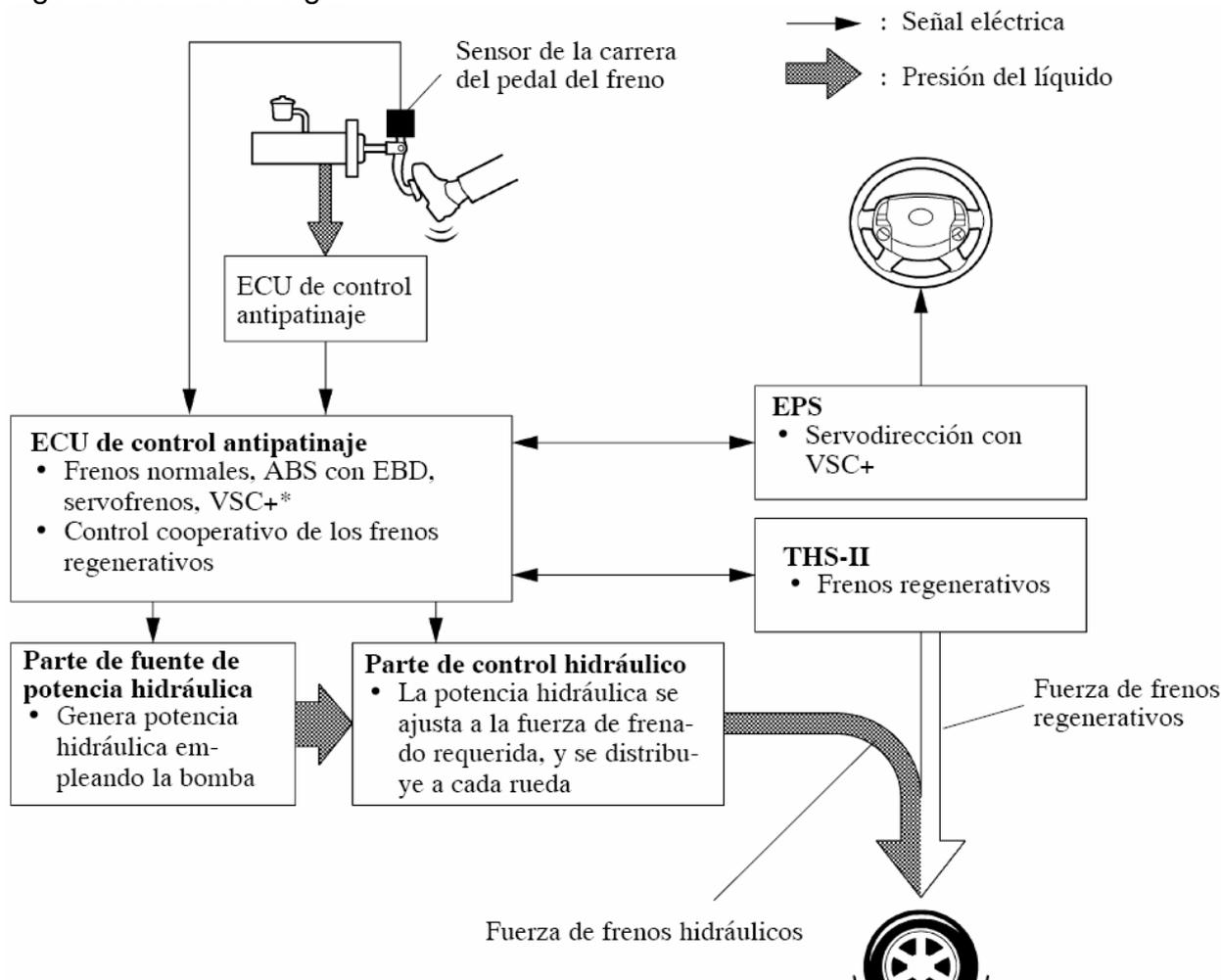
-Si los frenos regenerativos quedan inoperativos debido a un mal funcionamiento el sistema se desconecta, y toda la actuación del conductor sobre el pedal del freno recae sobre los frenos hidráulicos.

## **OPERACIÓN NORMAL DE LOS FRENOS**

Durante el frenado normal, las válvulas de solenoide de correrá del cilindro principal, distribuyendo la frenada independientemente de a que rueda se dirige. Con lo que conseguimos que el líquido generado por el cilindro principal no cause directamente el accionamiento de los cilindros de las ruedas.

La UCE de control antipatinaje calcula la fuerza de frenado que necesita el conductor de acuerdo con las señales recibidas los sensores de presión del cilindro principal y sensor de la carrera del pedal de freno. La UCE de control antipatinaje calcula el valor de fuerza de frenado regenerativo y transmitiendo el valor calculado a la UCE de la batería.

La UCE de control antipatinaje controla las válvulas de solenoide para hacer que el sistema de frenos hidráulicos genere un valor de fuerza de frenado necesaria para la regeneración de energía.



Sistema de control de los frenos	Función	Descripción general
Sistema ECB	Control cooperativo de los frenos regenerativos	Controla los frenos hidráulicos para obtener energía eléctrica utilizando los frenos regenerativos del sistema THS-II tanto como sea posible.
	VSC (control de estabilidad del vehículo)	-El sistema VSC ayuda a que el derrape del vehículo sea lentamente para que el patinaje de las ruedas sea el mínimo en un giro. -Efectúa el control cooperativo con la UCE del ESP para darle asistencia a la dirección de acuerdo con las condiciones del vehículo.
	ABS (sistema de frenado autoblocante)	El ABS ayuda a evitar que las ruedas se enclaven cuando frenes fuerte o en una superficie resbaladiza
	EBD (distribución electrónica de la fuerza de frenado)	Utiliza el ABS relacionando la distribución adecuada de las fuerza de los frenos entre ruedas delanteras y traseras dependiendo de las condiciones de circulación. Cuando frenas a tomar una curva controla la frenada de las ruedas de un lado y de otro manteniendo el vehículo estable.
	Servofreno	Dos tipos de funciones: -incrementa la fuerza de frenado cuando pisas el pedal con menos fuerza de la debida. -Incrementa la fuerza de frenado si se requiere una mayor fuerza de frenado.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONTROL EBD

### GENERALIDADES:

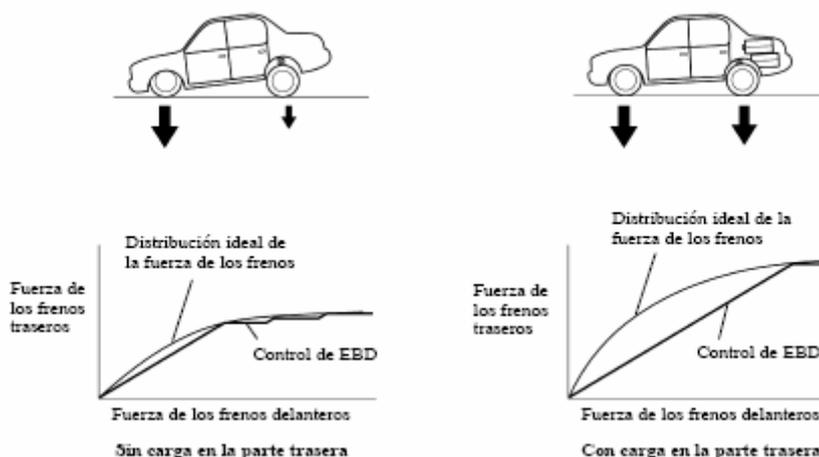
La distribución de la fuerza de los frenos se efectúa bajo el control electrónico de la UCE de control antipatinaje que controla con precisión la fuerza de frenado dependiendo de las condiciones de la marcha del vehículo.

### DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA DE LOS FRENOS DE LAS RUEDAS DELANTERAS/TRASERAS:

Cuando frenas circulando en línea recta la transferencia de la carretera reduce la carga que se aplica a las ruedas traseras. La UCE de control de antipatinaje determina esta condición mediante señales del sensor de velocidad, el actuador del freno regula la distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas traseras para poder conseguir controlar el vehículo mejor.

La fuerza de los frenos que se aplica a las ruedas traseras durante el frenado varía según la carga que transporte. La cantidad de fuerza de los frenos que se aplica a las ruedas traseras varía también de acuerdo con el grado de la desaceleración.

La distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas traseras se controla para utilizar eficazmente la fuerza de frenado de las ruedas traseras en estas condiciones.



### DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA DE LOS FRENOS DE LAS RUEDAS DELANTERAS/TRASERAS (DURANTE EL FRENADO AL TOMAR UNA CURVA):

Cuando frenas tomando una curva la carga aplicada a la rueda interior se reduce, y a la rueda exterior aumenta. La UCE de control de anti patinaje determina esta condición mediante señales del sensor de velocidad, el actuador del freno regula la distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas traseras para poder conseguir el control de la distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas interiores y exteriores.

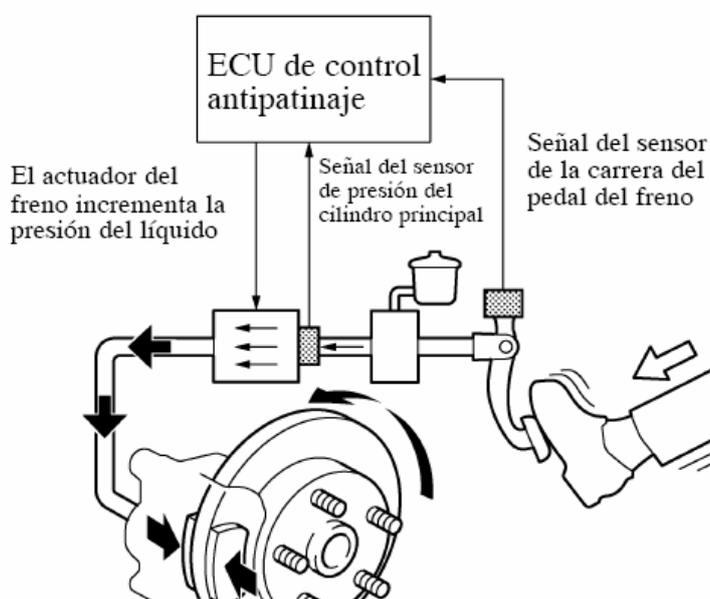
## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE SERVOFRENOS.

- El sistema de servofrenos interpreta una pisada fuerte del pedal de freno como un frenado de emergencia y él solo aplica la fuerza que el conductor no ha podido hacer en el pedal de freno.

Basándose en las señales procedentes de los sensores de presión del cilindro principal y sensor de la carrera del pedal de freno, la UCE de control anti patinaje calcula la velocidad y la cantidad que debe pisar el pedal de freno. Si esta UCE detecta que es un frenado de emergencia, el sistema activa el actuador de freno para incrementar la presión del líquido de los frenos.

Una característica del servofreno es que la temporización y el grado de asistencia de frenado están hechos para que el conductor no note nada anormal relacionado con la operación de los frenos.

- Si el vehículo está completamente cargado es posible que se requiera una mayor fuerza de los frenos aunque los frenos no se apliquen con rapidez. También opera el sistema de servofreno para incrementar la fuerza de los frenos.



## OPERACIÓN DEL SERVOFRENO

En caso de una frenada de emergencia la UCE de control antipatinaje detecta la intención del conductor teniendo en cuenta la velocidad del incremento de la presión del cilindro principal activando la señal del sensor de presión. Esta UCE detecta que es necesaria la activación de un freno adicional, la bomba del actuador genera presión del líquido y se dirige al cilindro de las ruedas para aplicar mayor presión.

En estos casos la UCE proporciona la función de servofreno Dependiendo de la carga del vehículo la UCE detecta la condición del sensor de presión del cilindro principal y la señal de velocidad del vehículo.

## CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRICIPALES

### ACTUADOR DEL FRENO.

El nuevo sistema consta de dos partes de control hidráulica y de suministro de potencia hidráulica. Los dos sensores de presión del cilindro principal, los sensores de presión de los diferentes cilindros de las ruedas y un sensor de presión del acumulado están instalados en el actuador del sistema de freno.

Componente	Función
Válvula de solenoide de corte del cilindro principal	-Al iniciar el sistema de frenos, esta válvula corta el paso hidráulico entre el cilindro principal y el cilindro de la rueda. -si se produce el frenado o cuando se ocurre un fallo en la parte del suministro, se abre la válvula para mantener la presión hidráulica, manteniendo el circuito de la presión hacia el cilindro de las ruedas, para asegurar el frenado.
Válvula de solenoide de aplicación de presión	Se controla desde la UCE de antipatinaje, regulando la presión de llegada los cilindros de las ruedas.
Válvula de solenoide de reducción de presión	Controla la UCE de antipatinaje, regula la presión del líquido, para reducir la presión de los cilindros de llegada a las ruedas.
Sensores de presión del cilindro principal	El sensor del cilindro principal convirtiendo la presión del liquido general del cilindro principal a señales eléctricas y las transforma la UCE anti patinaje.
Sensores de presión de los cilindros de las ruedas	Detecta la presión del líquido que actúa los cilindros de las ruedas. La UCE de control antipatinaje monitorizando la presión del líquido de los cilindros de las ruedas y actúa sobre la válvula de solenoide aplicación de presión.
Sensor de presión del acumulador	Detecta la presión del líquido de frenos en el acumulador y transmite las señales a las UCE antipatinaje. Consecuentemente, controla el motor de la bomba.
Bomba y motor de la bomba	Aspira el líquido de frenos del depósito y proporciona la alta presión del líquido hidráulico y lo acumula.
Acumulador	Almacena la presión generado por la bomba. El acumulador pose una parte de gas nitrógeno a alta presión.
Válvula de alivio	Regula la presión de frenado liberando la presión excesiva generada por la bomba y que hace que funcione mal el sistema

### PARTE DE SUMINISTRO DE POTENCIA HIDRÁULICA:

La parte que suministra la potencia hidráulica consta de la bomba, acumulador, válvula de alivio, 2 relés del motor, y el sensor de presión del actuador.

### ACUMULADOR:

Al igual que en el modelo anterior, gas nitrógeno a alta presión está cargado y sellado, adoptado el tubo formado por el fuelle metálicos, para mejorar el rendimiento de hermeticidad del gas acumulador.

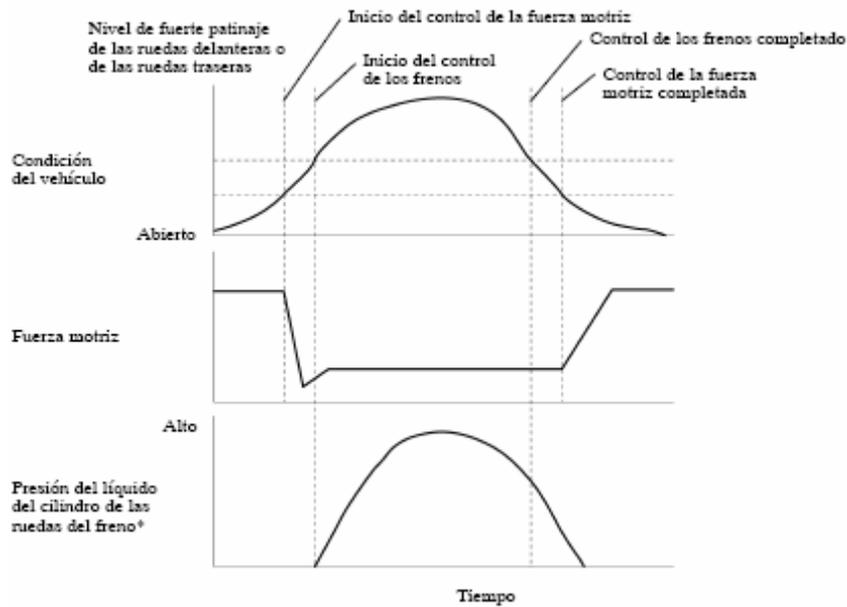
### BOMBA Y MOTOR DE LA BOMBA:

Se ha adoptado una bomba de tipo de embolo buzo. Esta bomba opera mediante la rotación del árbol de levas impulsado por el motor, y entonces suministra el líquido de alta presión del acumulador.

### UCE DE CONTROL ANTIPATINAJE:

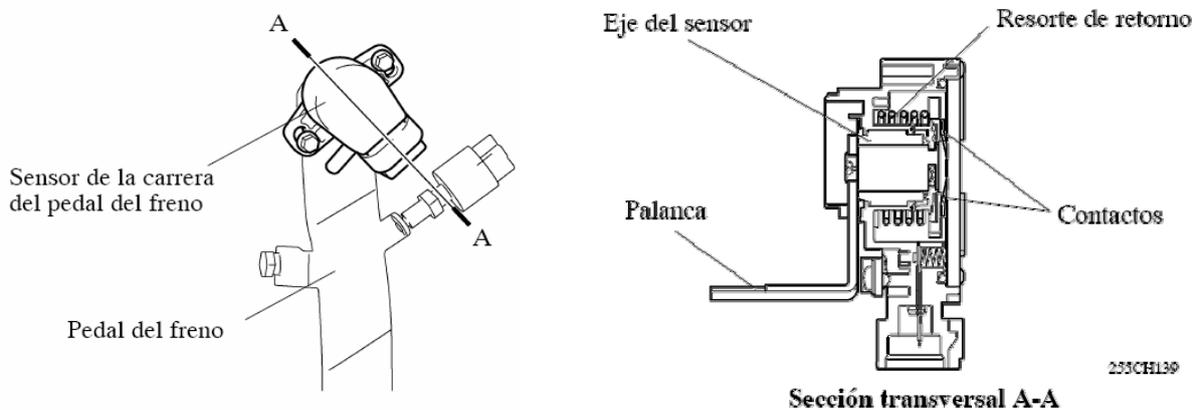
Dependiendo de cuatro señales de los diferentes tipos de sensores, detecta las condiciones del vehículo, gracias al sensor de velocidad, sensor de la proporción de derrape, sensor de desaceleración y sensor del ángulo de dirección.

En función de la fuente que tiende al patinaje de las ruedas tanto delanteras o traseras durante un movimiento involuntario o al trazar una curva, la UCE detecta que el vehículo excede de los valores predeterminados y actúa controlando la fuerza motriz y la presión del líquido de frenos que actúan dependiendo de las condiciones del vehículo.



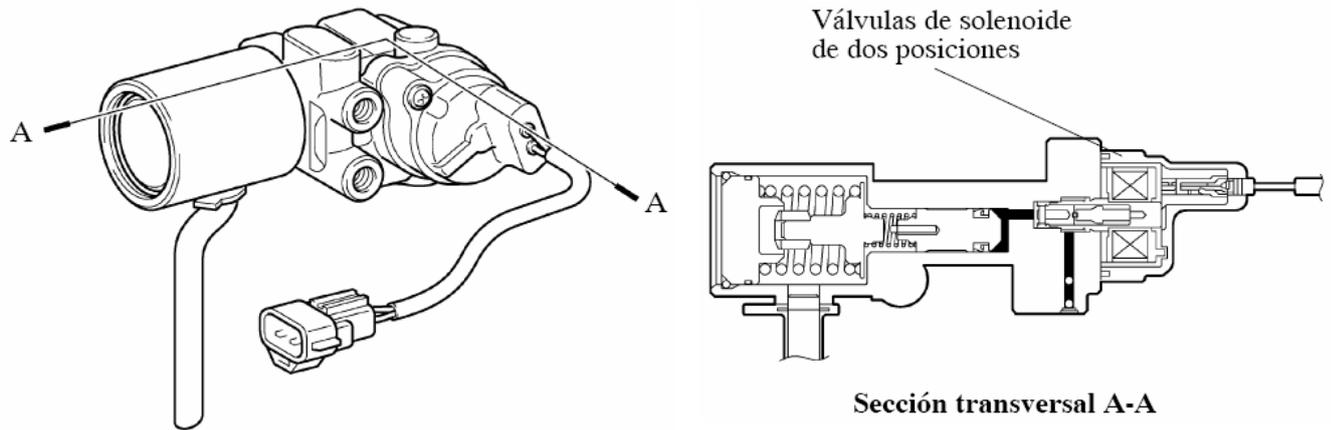
### SENSOR DE LA CARRERA DEL FRENO

Este sensor contiene una resistencia variable de tipo de contacto que detecta el grado de la carrera del pedal y lo transmite a la UCE de control de anti patinaje.



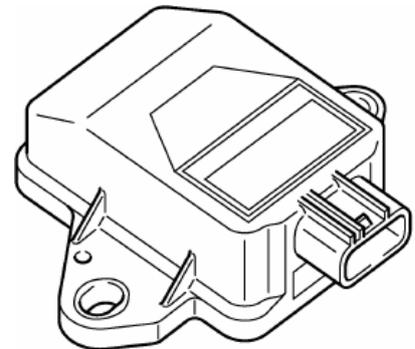
## SIMULADOR DE LA CARRERA

Esta situado entre el cilindro principal y el actuador de freno. Genera la carrera del pedal de acuerdo con el esfuerzo generado por el conductor durante el frenado. Conteniendo dos tipos de resortes de bobina con constante de resorte diferente, el simulado de carrera proporciona las características de la carrera del pedal en dos etapas en relación con la presión del cilindro principal.



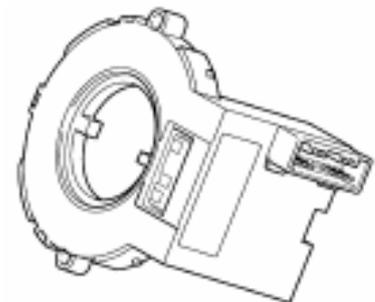
## SENSOR DE LA PROPORCION DE DERRAPE (con sistema VSC)

Tiene un sensor de desaceleración incorporado y detecta la proporción de derrape y de la aceleración lateral enviando una señal a la UCE de control de anti patinaje.



## SENSOR DE POSICION DE LA DIRECCION (con sistema VSC)

Este sensor detecta la dirección y el ángulo del volante y envía la señal a la UCE de antipatinaje. Este sensor tiene tres fotointerruptores con fases y un disco ranurado interrumpe la luz para activar y desactivar el IC fotosensible al movimiento del volante.



## **FUNCIONAMIENTO NORMAL DE LOS FRENOS CON CONTROL DE FRENO REGENERATIVOS**

Durante el frenado las válvulas de cote de solenoide del cilindro principal se cierran y los circuitos de la presión del líquido de los cilindros, hacen que las ruedas queden independientes entre sí así que la presión del líquido generada por el cilindro principal no es el que acciona directamente los cilindros de las ruedas.

La UCE de control de antipatinaje calcula la fuerza de frenado respecto a las señales recibidas de los sensores de presión del cilindro principal y el de cadena de freno.

Esta UCE calcula el valor de la fuerza de frenos regenerativos partiendo de la fuerza requerida para el frenado y transmite el valor calculado a la UCE de la batería. La UCE de la batería genera una fuerza de frenos regenerativos y transmite este valor a la UCE de control de antipatinaje. La UCE de control de antipatinaje controla las válvulas de solenoide para actuar los frenos hidráulicos generando una fuerza de frenado que se obtiene restando la fuerza de los frenos regenerativos a la fuerza de frenado que necesite el conductor.

### **Incremento de la presión:**

La UCE de control antipatinaje calcula la presión propuesta de los cilindros de las ruedas, de acuerdo con las señales recibidas desde el sensor de presión del cilindro principal y sensor de la carrera del pedal de freno, esta UCE compara las señales del sensor de presión del cilindro de las ruedas y la presión propuesta de los cilindros de las ruedas, si esta última es inferior la UCE refuerza la presión del actuador del freno.

En consecuencia, la presión de líquido que ay en el acumulado se suministra el cilindro de las ruedas. Además esta operación es la misma que cuando se incrementa la fuerza de los frenos hidráulicos para poder crear el control cooperativo de acuerdo con los cambios de la fuerza de los frenos regenerativos.

### **Retención:**

La UCE de control antipatinaje calcula la presión de los cilindros de las ruedas junto con las señales recibidas del sensor de presión del cilindro principal y del sensor de carrera del freno.

Esta UCE compara la señal de presión de los cilindros de las ruedas con la de presión propuesta de los cilindros de las ruedas. Si son iguales la UCE controla el actuador de freno en el estado de retención, consecuentemente el cilindro de las ruedas se detiene a una presión constante.

### **Reducción de la presión:**

La UCE de control antipatinaje calcula la presión de los cilindros de las ruedas junto con las señales recibidas del sensor de presión del cilindro principal y del sensor de carrera del freno.

Esta UCE compara las señales de la presión de los cilindros de cada una de las ruedas con la presión propuesta de los cilindros de las ruedas. Si la presión propuesta de los cilindros de las ruedas es inferior la UCE reduce la presión del actuador del freno.

Consecuentemente se reduce la presión del cilindro de las ruedas.

Además esta operación es la misma que cuando se incrementa la fuerza de los frenos hidráulicos para poder crear el control cooperativo de acuerdo con los cambios de la fuerza de los frenos regenerativos.

### **En el caso de parada del sistema de frenos o durante un mal funcionamiento de la alimentación:**

Si el sistema de frenos se estropea o se corta la presión del acumulador debido a un mal funcionamiento, la UCE de control antipatinaje activa la función de seguridad. Esta operación requiere de la apertura de la válvula de solenoide del cilindro principal que ay en el actuador del freno, para asegurar la llegada de líquido al cilindro principal y el cilindro de las ruedas. Con este sistema la presión del líquido solo se dirige a las ruedas delanteras bajo la presión del líquido que genere el cilindro principal.

## **6.- SISTEMA KERS**

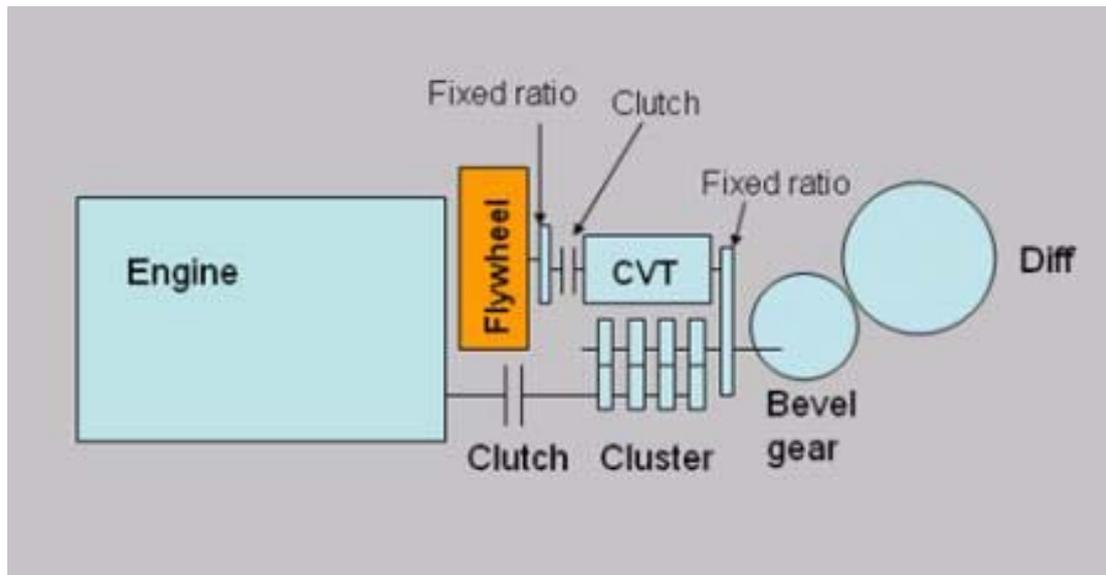
El KERS, siglas para denominar al Kinetic Energy Recovery System, el sistema de recuperación de energía cinética. La idea es tan sencilla como imaginarnos un dispositivo capaz de recuperar la energía cinética que se pierde en forma de calor en las frenadas, para acumularla de algún modo y transformarla cuando nos convenga.

En principio, la idea generalizada que asocia el KERS sobre Fórmula 1 más verde no es del todo correcta, pues si bien es cierto que se recuperará energía de las frenadas, la misma no se utilizará para reducir los consumos de combustible, sino para inyectar un extra de potencia puntual cuando se necesite. Será una potencia “gratuita” medioambientalmente, eso sí, pero mientras no haya cambios de motorización, con KERS o sin KERS, los consumos y las emisiones será idénticos a los actuales.

De entrada, los 60 Kw (unos 80 CV) adicionales que tendrán los pilotos en 2009 durante unos escasos 6,67 segundos, pero en 2009 todavía no será un año en el que el KERS marque diferencias reales a nivel energético, ni mucho menos. Cuando lleguen en la próxima década los motores limitados a 400 CV, y la normativa permita al KERS extraer energía de ambos ejes para aportar una potencia adicional de cerca de 270 CV durante 8 segundos.

En el desarrollo del KERS, es poco comprensible que la FIA reduzca los costes para áreas como la del motor. El reto es tecnológicamente interesantísimo, y que los avances en este campo serán fácilmente trasladables a los coches de calle, pero no olvidemos que los Williams, Red Bull o Forcé India no se meten en la Fórmula 1 para mejorar los coches de calle. En definitiva, es un claro guiño a los fabricantes, y una nueva patada a los privados.

Centrándonos un poco más en el dispositivo en cuestión, las alternativas que deben barajar todas las escuderías son tres: un sistema mecánico, un sistema eléctrico, o un sistema neumático. Parece que la tendencia generalizada será la opción mecánica, aunque pudiera ser que algún equipo se descolgara en 2009 con una solución basada en un motor eléctrico que almacenaría la energía en una batería o un volante de inercia.



La opción mecánica tiene la ventaja de ser un sistema mucho más compacto, ligero y eficiente, aunque cuenta con el inconveniente de tener que estar obligatoriamente ubicado cercano a la transmisión. Sin embargo, aunque el sistema eléctrico es menos eficiente energéticamente, pues la energía debe transformarse en eléctrica y posteriormente en mecánica, con las consiguientes pérdidas, su gran ventaja radica en poder colocar el volante de inercia o la batería en el lugar deseado del monoplaza, y eso a nivel de diseño integral puede ser una gran ventaja. Además, la eficiencia energética no es fundamental mientras el límite de energía por vuelta sea de 400 kJ, muy inferior a la energía recuperable en frenada en la mayoría de circuitos.