



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 353 546**

51 Int. Cl.:

**F02D 41/14** (2006.01)

**F02D 41/30** (2006.01)

**B60W 20/00** (2006.01)

**F02D 41/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04001829 .3**

96 Fecha de presentación : **28.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1462637**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2004**

54

Título: **Motor de combustión interna que utiliza una unidad motriz para cambiar la relación de compresión y procedimiento de control de motor de combustión interna.**

30

Prioridad: **29.01.2003 JP 2003-20351**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.03.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.03.2011**

73

Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-857, JP**

72

Inventor/es: **Mogi, Kazuhisa y  
Miyashita, Shigeki**

74

Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 353 546 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Motor de combustión interna que utiliza una unidad motriz para cambiar la relación de compresión y procedimiento de control de motor de combustión interna.

5

### Antecedentes de la invención

#### Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a una técnica para cambiar adecuadamente la configuración de la relación de compresión en un motor de combustión interna con una relación de compresión variable.

#### Descripción de la técnica relacionada

15 El motor de combustión interna es de pequeño tamaño pero puede proporcionar una potencia relativamente grande. Debido a estas ventajas, el motor de combustión interna se usa ampliamente como la fuente de alimentación de diversos medios de transporte incluyendo automóviles, barcos y buques, y aviones, y como la fuente de alimentación de maquinarias y equipos estacionarios diferentes. El principio del motor de combustión interna hace que la mezcla de aire comprimido-combustible se someta a combustión en una cámara de combustión y convierte la presión de la combustión en potencia mecánica.

20

En el motor de combustión interna, la relación de compresión superior, que representa la relación de compresión de la mezcla de aire-combustible, mejora teóricamente la eficacia térmica. En el estado real, sin embargo, la relación de compresión superior aumenta de manera no deseable el potencial de aparición de una combustión anómala denominada golpeteo. El accionamiento del motor de combustión interna en el estado de golpeteo puede dañar el motor de combustión interna. En el motor de combustión interna con una configuración de relación de compresión alta, especialmente en un área de accionamiento de carga alta que tiene un potencial alto de aparición de golpeteo, el momento de encendido se retrasa con respecto a su momento óptimo para evitar la aparición de golpeteo. El momento de encendido retrasado evita de manera eficaz la aparición de golpeteo, pero disminuye naturalmente el rendimiento del motor de combustión interna.

25

30

Se han propuesto diversas técnicas para cambiar la relación de compresión establecida en el motor de combustión interna teniendo en cuenta estos hallazgos. Algunas de estas técnicas se dan a conocer, por ejemplo, en la patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 62-258153 y n.º 63-159642 y en la publicación de solicitud de patente europea n.º EP 0 965 474 A2. La técnica descrita en estas referencias citadas cambia la configuración de la relación de compresión según las condiciones de accionamiento del motor de combustión interna. El procedimiento de control establece una relación de compresión alta en condiciones de accionamiento de carga baja y media que tienen un potencial bajo de aparición de golpeteo, mientras que establece una relación de compresión baja en condiciones de accionamiento de carga alta que tienen un potencial alto de aparición de golpeteo. El motor de combustión interna se acciona a la relación de compresión alta en el área de accionamiento de carga baja y media. Esto logra una eficacia térmica alta. El motor de combustión interna se acciona a la relación de compresión baja en el área de accionamiento de carga alta. Esto garantiza un gran rendimiento del motor de combustión interna mientras que evita la aparición de golpeteo.

35

40

El cambio de la relación de compresión establecida en el motor de combustión interna permite la mejora simultánea de la eficacia térmica y el rendimiento máximo, pero tiene los inconvenientes comentados a continuación. El cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna requiere cierta energía. El cambio frecuente de la relación de compresión consume de manera no deseable mucha energía y puede disminuir la eficacia térmica total del motor de combustión interna. El cambio de la configuración de la relación de compresión también lleva algún tiempo. El cambio frecuente de la relación de compresión puede dar sensación de incomodidad al operario del motor de combustión interna. El cambio sencillo de la relación de compresión varía el rendimiento del motor de combustión interna y puede dar sensación de incomodidad al operario del motor de combustión interna. Por tanto, se requiere una estrategia de control compleja para evitar la variación en el rendimiento del motor de combustión interna. Se ha demandado enormemente una técnica de eliminación de tales inconvenientes.

50

### 55 Sumario de la invención

Por tanto, el objeto de la invención es eliminar los inconvenientes de las técnicas de la técnica anterior sin perjudicar las ventajas de un motor de combustión interna con una relación de compresión variable.

60

65

La invención se refiere a un motor de combustión interna y a un procedimiento de control del motor de combustión interna, con el fin de lograr al menos parte de los objetos anteriores y otros relacionados. La técnica de control de la invención detecta una demanda de par motor requerida para un árbol de salida del motor de combustión interna y compara la demanda de par motor detectada con el par motor umbral, que se establece de antemano para cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna. La técnica de control distribuye la demanda de par motor en un primer valor de par motor que va a transmitirse entre la unidad motriz y el árbol de salida y un segundo valor de par motor que va a proporcionarse desde el motor de combustión interna, basándose en un resultado de la comparación. La técnica de control también especifica una configuración deseada de la relación de compresión, basándose en el resultado de la comparación. La técnica de control cambia entonces la configuración

## ES 2 353 546 T3

de la relación de compresión en el motor de combustión interna según la especificación de la configuración deseada de la relación de compresión, mientras que controla la unidad motriz para regular la transmisión del par motor entre la unidad motriz y el árbol de salida según el primer valor de par motor. Esta disposición establece la relación de compresión apropiada en el motor de combustión interna y acciona el motor de combustión interna para proporcionar el par motor requerido.

Una aplicación preferible distribuye la demanda de par motor de manera que se reduce un cambio frecuente de la división de par motor que va a proporcionarse desde el motor de combustión interna por el par motor umbral preestablecido, en respuesta a una variación en la demanda de par motor detectada. La configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna no se cambia cuando la demanda de par motor sólo supera ligeramente el par motor umbral. Un control de este tipo evita de manera eficaz el cambio frecuente de la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna. Esta disposición ahorra de manera deseable la energía requerida para el cambio frecuente de la relación de compresión y por tanto mejora la eficacia total del motor de combustión interna. Esta disposición también libera al operario del motor de combustión interna de la sensación de incomodidad.

El cambio de la relación de compresión lleva algún tiempo. En consecuencia es difícil aumentar rápidamente el par motor de salida del motor de combustión interna cambiando la relación de compresión, en respuesta a un aumento en la demanda de par motor. Por otra parte, el control de aumentar el par motor de salida del motor sin cambiar la relación de compresión, responde ventajosamente al aumento en la demanda de par motor.

En el motor de combustión interna y el procedimiento de control correspondiente, una realización preferible almacena un área de control para especificar la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna y un estado de salida del par motor desde la unidad motriz al árbol de salida, que corresponde a al menos la demanda de par motor requerida para el árbol de salida, y proporciona una instrucción para cambiar la relación de compresión y controlar la unidad motriz según la especificación del área de control. Es preferible que se almacenen múltiples áreas de control, lo que incluye al menos una primera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión predeterminada en el motor de combustión interna y la selección de ningún par motor de salida como el primer valor de par motor, que corresponde a un intervalo de demanda de par motor inferior al par motor umbral, y una segunda área de control para especificar la configuración de la relación de compresión predeterminada en el motor de combustión interna y la selección del primer valor de par motor, que corresponde a un intervalo de demanda de par motor superior al par motor umbral.

Cuando la demanda de par motor supera el par motor umbral, se controla la unidad motriz para proporcionar el par motor según la especificación del área de control. Un control de este tipo limita el par motor de salida del motor de combustión interna para que no sea mayor que el par motor umbral. Esta disposición evita de manera eficaz el cambio frecuente de la relación de compresión.

La realización anterior puede almacenar además una tercera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión inferior a la relación de compresión predeterminada en el motor de combustión interna, que corresponde a un intervalo de demanda de par motor superior al intervalo de demanda de par motor de la segunda área de control. El control puede depender de la acumulación de potencia eléctrica, que se suministra a la unidad motriz. Cuando la cantidad observada de acumulación de potencia no es mayor que un valor umbral preestablecido, el procedimiento de control proporciona una instrucción para cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna y controlar la unidad motriz según la especificación de la tercera área de control, en respuesta a la demanda de par motor detectada aunque pertenezca a la segunda área de control.

En el estado de carga insuficiente, se disminuye la relación de compresión establecida en el motor de combustión interna para aumentar el par motor de salida del motor de combustión interna. Esto reduce de manera deseable el par motor de salida de la unidad motriz y el consumo de potencia.

En el motor de combustión interna y el procedimiento de control correspondiente, otra realización preferible cuenta el transcurso de un tiempo preestablecido después de que la demanda de par motor detectada supere el par motor umbral. El procedimiento de control controla la unidad motriz para proporcionar un par motor aumentado desde la unidad motriz al árbol de salida hasta que la demanda de par motor que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido. Cuando la demanda de par motor que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido, el procedimiento de control cambia la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna para aumentar el par motor de salida del motor de combustión interna, mientras controla la unidad motriz para disminuir el par motor de salida desde la unidad motriz al árbol de salida.

Cuando la demanda de par motor supera el par motor umbral sólo durante un tiempo más corto que el tiempo preestablecido, el procedimiento de control no cambia la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna pero aumenta el par motor de salida de la unidad motriz. Esta disposición evita de manera eficaz el cambio frecuente de la configuración de la relación de compresión. Por otra parte, cuando la demanda de par motor que supera el par motor umbral continúa durante o por el tiempo preestablecido, el procedimiento de control cambia la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna para aumentar el par motor de salida del motor de combustión interna, mientras disminuye el par motor de salida de la unidad motriz. Esto reduce de manera deseable el consumo de potencia.

## ES 2 353 546 T3

Cuando la cantidad observada de acumulación de potencia no es mayor que un valor umbral preestablecido, el procedimiento de control puede cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna para aumentar el par motor de salida del motor de combustión interna, mientras disminuye el par motor de salida de la unidad motriz antes del transcurso del tiempo preestablecido, por ejemplo, tras el transcurso de un tiempo más corto que el tiempo preestablecido o inmediatamente después de que la demanda de par motor supere el par motor umbral. El tiempo preestablecido puede regularse según el estado de carga.

Esta disposición reduce de manera eficaz el consumo de potencia en el estado de carga insuficiente.

Al menos parte del objeto comentado anteriormente y los otros objetos relacionados también se logran mediante otro motor de combustión interna y un procedimiento de control del motor de combustión interna. La técnica de control regula la transmisión del par motor entre la unidad motriz y el árbol de salida en el curso del cambio de la relación de compresión establecida en el motor de combustión interna, y reduce de esta manera una variación en el par motor de salida del motor de combustión interna para que no sea mayor que un nivel predeterminado. Esta disposición implementa el cambio de la relación de compresión sin producir sensación de incomodidad al operario del motor de combustión interna.

En este motor de combustión interna de la invención y el procedimiento de control correspondiente, una realización controla un estado de accionamiento del motor de combustión interna con configuración de una cantidad de control inalterada en el curso del cambio de la relación de compresión. En este caso, la configuración de la cantidad de control se fija en una cantidad de control específica que corresponde a la relación de compresión superior entre una relación de compresión anterior antes del cambio y una nueva relación de compresión después del cambio.

La relación de compresión superior generalmente aumenta el potencial de aparición de una combustión anómala denominada golpeteo en el motor de combustión interna. La relación de compresión se cambia, mientras que la configuración de la cantidad de control del motor de combustión interna se fija en la cantidad de control específica que corresponde a la relación de compresión superior entre antes y después del cambio. Esto evita de manera eficaz la aparición de golpeteo en el curso del cambio.

En este motor de combustión interna de la invención y el procedimiento de control correspondiente, el procedimiento de control puede cambiar la relación de compresión, mientras que la configuración de la cantidad de control del motor de combustión interna se fija en una cantidad de control específica que corresponde a una relación de compresión alta en el curso del cambio de la relación de compresión alta a una relación de compresión baja.

Esta disposición sólo requiere el almacenamiento de la configuración anterior de la cantidad de control durante el cambio de la relación de compresión, simplificándose así ventajosamente el procedimiento de control.

Éstos y otros objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la realización preferida con los dibujos adjuntos.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra esquemáticamente la estructura de un vehículo híbrido con un motor de combustión interna de la invención montado en el mismo;

las figuras 2(a) y 2(b) son gráficos de alineación que muestran la relación entre la potencia de salida de un motor y las potencias de salida de dos motogeneradores;

la figura 3 ilustra la estructura del motor de combustión interna con un mecanismo de relación de compresión variable;

la figura 4 muestra conceptualmente un mapeo de configuraciones de la relación de compresión en el motor con respecto a la velocidad de revoluciones y la demanda de par motor del motor;

la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en una primera realización;

la figura 6 muestra un proceso de cambio de la relación de compresión en combinación con la activación o desactivación de una función de asistencia de par motor según el control de accionamiento de la primera realización;

la figura 7 muestra otro proceso de cambio de la relación de compresión en combinación con la activación o desactivación de una función de asistencia de par motor según el control de accionamiento de la primera realización;

la figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en una segunda realización;

## ES 2 353 546 T3

la figura 9 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en una tercera realización;

la figura 10 es un diagrama de flujo que muestra los detalles del control de la unidad motriz del motor con el cambio de la relación de compresión en la rutina de control de accionamiento de la tercera realización;

la figura 11 muestra un proceso de control de la unidad motriz del motor con el cambio de la relación de compresión en el control de accionamiento de la tercera realización; y

la figura 12 ilustra conceptualmente una estructura de utilización del rendimiento de un motor de combustión interna de la invención para accionar una carga.

### Descripción de las realizaciones preferidas

Algunas realizaciones de la invención se comentan a continuación en la siguiente secuencia:

#### A. Construcción del sistema

A-1. Estructura del vehículo híbrido

A-2. Resumen de las operaciones del vehículo híbrido

A-3. Estructura del motor con relación de compresión variable

B. Control de accionamiento de la primera realización

C. Control de accionamiento de la segunda realización

D. Control de accionamiento de la tercera realización

#### A. Construcción del sistema

##### A-1. Estructura del vehículo híbrido

La figura 1 ilustra esquemáticamente la estructura de un vehículo 100 híbrido que realiza la invención. Tal como se ilustra, el vehículo 100 híbrido tiene un motogenerador (120) MG1, otro motogenerador (130) MG2 y un motor 200, en el que el motor 200 y los dos motogeneradores MG1 y MG2 están acoplados entre sí mediante un engranaje 140 planetario. Tal como se describe más adelante en detalle, el motor 200 es un motor de relación de compresión variable que tiene una relación de compresión variable según las condiciones de accionamiento. El motor 200 se usa principalmente como fuente de alimentación en el vehículo 100 híbrido. Cada uno de los motogeneradores MG1 y MG2 funciona como fuente de alimentación que utiliza energía eléctrica para generar una fuerza de accionamiento y como generador que se acciona mediante una fuerza externa para generar energía eléctrica. El motogenerador MG1 se usa principalmente como generador, mientras que el motogenerador MG2 se usa principalmente como fuente de alimentación. El engranaje 140 planetario funciona para transmitir la salida desde el motor 200 y el motogenerador MG2 a las ruedas 172 motrices mediante una correa 174 de transmisión y un eje 170. El engranaje 140 planetario también tiene una función de distribución de potencia para dividir la salida desde el motor 200 hasta el motogenerador MG1 y las ruedas 172 motrices. El engranaje 140 planetario también funciona como una transmisión para reducir o acelerar la velocidad de revoluciones del motogenerador MG2 o el motor 200 y para transmitir la velocidad de revoluciones reducida o acelerada a las ruedas 172 motrices.

El motor 200 tiene cuatro cámaras de combustión. Una mezcla de aire-combustible del aire y un combustible se somete a combustión en cada una de las cuatro cámaras de combustión para generar potencia. El motor 200 comprime la mezcla de aire-combustible aspirada en la cámara de combustión, hace que la mezcla de aire-combustible comprimida se someta a combustión, convierte la presión de la combustión en potencia y proporciona potencia. Las operaciones del motor 200 están bajo el control de una unidad 260 de control electrónico para el control del motor (denominada a continuación en el presente documento ECU del motor). El motor 200 puede variar una relación de compresión, que representa la relación de compresión de la mezcla de aire-combustible, según las condiciones de accionamiento. La estructura detallada del motor 200 se comentará más adelante.

El engranaje 140 planetario tiene un engranaje 142 central que está ubicado en un centro, una corona 148 dentada que está dispuesta de manera concéntrica fuera del engranaje 142 central, múltiples engranajes 144 de piñón planetario que están interpuestos entre el engranaje 142 central y la corona 148 dentada para rotar y girar alrededor del engranaje 142 central, y un portador 146 planetario que está asociado con un extremo de un cigüeñal 114 del motor 200 y soporta los ejes de rotación de los engranajes 144 de piñón planetario respectivos. El engranaje 142 central está conectado con un rotor 123 del motogenerador MG1 mediante un árbol 141 de engranaje central, mientras que la corona 148 dentada está conectada con un rotor 133 del motogenerador MG2 mediante un árbol 147 de corona dentada. El portador 146 planetario está acoplado con el cigüeñal 114 del motor 200.

## ES 2 353 546 T3

Los tres árboles, el árbol 141 de engranaje central, el árbol 147 de corona dentada y el cigüeñal 114, funcionan como árboles de entrada-salida de potencia del engranaje 140 planetario que tiene la estructura anterior. La especificación de la entrada de potencia en y la salida desde cualquiera de dos árboles entre estos tres árboles determina automáticamente la entrada de potencia en y la salida del árbol residual. La correa 174 de transmisión está asociada con la corona 148 dentada. La potencia se transmite a las ruedas 172 motrices mediante la correa 174 de transmisión y el eje 170 para accionar el vehículo 100 híbrido.

El motogenerador MG1 es un motor síncrono de CA y tiene un rotor 123 con múltiples imanes 122 permanentes unidos a una circunferencia externa del mismo y un estator 125 con bobinas 124 trifásicas enrolladas en el mismo para formar un campo magnético rotatorio. El estator 125 del motogenerador MG1 está fijado a una carcasa 138, mientras que el rotor 123 está acoplado con el árbol 141 de engranaje central del engranaje 140 planetario descrito anteriormente. Un dispositivo 126 de resolución está montado en el árbol 141 de engranaje central para medir un ángulo de rotación del rotor 123. El motogenerador MG1 está conectado a una ECU 156 de unidad motriz mediante un inversor 152. La ECU 156 de unidad motriz regula el inversor 152 y hace que la batería 150 suministre un valor apropiado de corriente alterna a las bobinas 124 trifásicas a una frecuencia adecuado, controlando así las operaciones del motogenerador MG1.

Al igual que el motogenerador MG1, el motogenerador MG2 es un motor síncrono de CA y tiene un rotor 133 con múltiples imanes 132 permanentes unidos a una circunferencia externa del mismo y un estator 135 con bobinas 134 trifásicas enrolladas en el mismo para formar un campo magnético rotatorio. El rotor 133 del motogenerador MG2 está acoplado con el árbol 147 de corona dentada del engranaje 140 planetario, mientras que el estator 135 está fijado a una carcasa 138. Un dispositivo 136 de resolución está montado en el árbol 147 de corona dentada para medir un ángulo de rotación del rotor 133. El motogenerador MG2 está conectado a la ECU 156 de unidad motriz mediante un inversor 154. La ECU 156 de unidad motriz regula el inversor 154 para controlar las operaciones del motogenerador MG2.

Una ECU 160 híbrida montada en el vehículo 100 híbrido se hace cargo del control de todo el vehículo 100 híbrido. La ECU 160 híbrida es un microordenador conocido que incluye una CPU, una RAM, una ROM, un convertidor A-D, un convertidor D-A y un temporizador, que están conectados entre sí mediante un bus con posibilidad de transmisión de datos. La ECU 160 híbrida recibe diversos datos desde un sensor 162 de posición del acelerador, un conmutador 164 de freno y una batería 150 y determina las condiciones de accionamiento de todo el vehículo 100 híbrido. La ECU 260 del motor y la ECU 156 de unidad motriz controlan respectivamente las operaciones del motor 200 y las operaciones de los motogeneradores MG1 y MG2, basándose en las condiciones de accionamiento predeterminadas.

### A-2. Resumen de las operaciones del vehículo híbrido

A continuación se describe el principio de las operaciones del vehículo 100 híbrido que tiene la construcción anterior, especialmente las funciones del engranaje 140 planetario. En el engranaje 140 planetario, la especificación de la entrada de potencia (es decir, las combinaciones de la velocidad de revoluciones y el par motor) en y la salida desde cualquiera de dos árboles entre los tres árboles, es decir, el árbol 141 de engranaje central, el árbol 147 de corona dentada y el cigüeñal 114, determina la entrada de potencia (es decir, una combinación de velocidad de revoluciones y par motor) en y la salida desde el árbol residual. La relación entre la velocidad de revoluciones y la entrada de par motor en y la salida desde estos tres árboles se determina fácilmente haciendo referencia a un gráfico de alineación.

La figura 2(a) es un gráfico de alineación que muestra las velocidades de revoluciones y los sentidos de rotación de los engranajes respectivos asociados con los tres árboles del engranaje 140 planetario. Las velocidades de revoluciones del engranaje 142 central, la corona 148 dentada y el portador 146 planetario, es decir, las velocidades de revoluciones del motor 200, el motogenerador MG2 y el motogenerador MG1, se representan gráficamente en el eje de ordenadas, y las relaciones de engranaje de los engranajes 142, 148 y 146 respectivos se representan gráficamente en el eje de abscisas. Se proporciona un eje de coordenadas C que corresponde al portador 146 planetario como un punto que divide internamente los ejes de coordenadas S y R del engranaje 142 central y la corona 148 dentada en de 1 a  $\rho$ , donde  $\rho$  indica una relación del número de dientes del engranaje 142 central con respecto al número de dientes de la corona 148 dentada.

La velocidad de revoluciones del portador 146 planetario o el motor 200 y la velocidad de revoluciones de la corona 148 dentada o el motogenerador MG2 se establecen respectivamente iguales que  $N_e$  y  $N_r$ . El procedimiento representa gráficamente la velocidad de revoluciones  $N_e$  en el eje de coordenadas C que corresponde al portador 146 planetario y la velocidad de revoluciones  $N_r$  en el eje de coordenadas R que corresponde a la corona 148 dentada en el gráfico de alineación de la figura 2(a) y conecta estas representaciones gráficas con una línea recta. La velocidad de revoluciones  $N_s$  del engranaje 142 central o el motogenerador MG1 se determina como la coordenada de una intersección de esta línea recta con el eje de coordenadas S que corresponde al engranaje 142 central. Esta línea recta se denomina línea operativa. Siempre que se conozcan las velocidades de revoluciones de dos cualesquiera de los tres engranajes, el portador 146 planetario, la corona 148 dentada y el engranaje 142 central, puede determinarse la velocidad de revoluciones de un engranaje residual representando gráficamente los dos puntos de coordenadas de las velocidades de revoluciones conocidas en el gráfico de alineación y conectando estas representaciones gráficas con la línea operativa. Cuando la corona 148 dentada que se conecta con el eje 170 va a hacerse rotar a una velocidad de revoluciones preestablecida, la velocidad de revoluciones del portador 146 planetario (es decir, la velocidad de revoluciones del motor 200) puede seleccionarse de manera arbitraria basándose en la velocidad de revoluciones del engranaje 142 central asociado con el motogenerador MG1.

## ES 2 353 546 T3

La entrada de los pares motores en y la salida desde los tres árboles del engranaje 140 planetario se comentan a continuación. Con el fin de especificar los pares motores en el gráfico de alineación, las líneas operativas se consideran cuerpos rígidos y los pares motores como fuerzas que actúan sobre los cuerpos rígidos. Por ejemplo, se supone que el motor 200 genera un par motor  $T_e$  y que va a proporcionarse un par motor  $T_r$  desde las ruedas 172 motrices. La salida del par motor desde las ruedas 172 motrices aparece como un par motor reactivo  $T_r$  que actúa sobre el eje de coordenadas R en la línea operativa.

El par motor  $T_e$  se aplica de manera ascendente en la línea operativa en la posición del eje de coordenadas C. El par motor  $T_e$  se distribuye en el eje de coordenadas S y el eje de coordenadas R tal como se muestra en la figura 2(a). Una división de par motor  $T_{es}$  que actúa en el eje de coordenadas S y una división de par motor  $T_{er}$  que actúa en el eje de coordenadas R se expresan relativamente como:

$$T_{es} = T_e \rho / (1+\rho) \quad (1)$$

$$T_{er} = T_e / (1+\rho) \quad (2)$$

En este caso se supone que el par motor  $T_r$  va a proporcionarse desde las ruedas 172 motrices. Puesto que hay una división de par motor  $T_{er}$  desde el motor 200, se requiere el motogenerador MG2 para proporcionar un déficit de par motor ( $T_r - T_{er}$ ). Esto puede explicarse desde el punto de vista del equilibrio del par motor en la línea operativa. La salida del par motor  $T_r$  desde las ruedas 172 motrices hace que el par motor reactivo  $T_r$  se aplique en la posición del eje de coordenadas R en la línea operativa. Con el fin de equilibrar la división de par motor  $T_{er}$  desde el motor 200, el par motor reactivo  $T_r$ , y el par motor de salida del motogenerador MG2, un par motor  $T_{m2}$  que va a proporcionarse desde el motogenerador MG2 se determina como  $T_{m2} = T_r - T_{er}$ .

Un par motor  $T_{m1}$  que va a proporcionarse desde el motogenerador MG1 se determina teniendo en cuenta el equilibrio del par motor en el eje de coordenadas S. Sólo existe la división de par motor  $T_{es}$  desde el motor 200 que actúa en el eje de coordenadas S. Por tanto, se requiere el motogenerador MG1 para proporcionar un par motor de escala idéntica y la dirección opuesta. En los gráficos de alineación de las figuras 2(a) y 2(b) se muestra la salida de los pares motores desde los motogeneradores MG1 y MG2 respectivos mediante flechas abiertas.

Como se muestra en el gráfico de alineación de la figura 2(a), el sentido de rotación del motogenerador MG1 es opuesto al sentido del par motor  $T_{m1}$  en el eje de coordenadas S. Esto significa que el motogenerador MG1 funciona como el generador. El sentido de rotación del motogenerador MG2 es idéntico al sentido del par motor  $T_{m2}$  en el eje de coordenadas R. Esto significa que el motogenerador MG2 funciona como la unidad motriz. En las condiciones de trabajo especificadas en el gráfico de alineación de la figura 2(a), el motogenerador MG2 consume potencia eléctrica mientras que el motogenerador MG1 genera potencia eléctrica. Las condiciones de trabajo de la figura 2(a) son sólo ilustrativas. Pero hay una cierta relación entre las velocidades de revoluciones y los pares motores de los motogeneradores MG1 y MG2 especificados por la línea operativa. En las condiciones de accionamiento generales, el motogenerador MG2 sólo consume la potencia eléctrica generada por el motogenerador MG1. El engranaje 140 planetario y los motogeneradores MG1 y MG2 tienen en consecuencia las funciones de conversión de par motor. En este caso se supone que va a proporcionarse la combinación del par motor  $T_r$  y la velocidad de revoluciones  $N_r$  desde la corona 148 dentada. El motor 200 se accionará entonces con una combinación de velocidad de revoluciones y par motor que proporciona una potencia, lo que es equivalente a la potencia requerida (= velocidad de revoluciones  $N_r$  x par motor  $T_r$ ). Las funciones del engranaje 140 planetario y los motogeneradores MG1 y MG2 convierten la combinación de la velocidad de revoluciones y el par motor del motor 200 en la combinación de la velocidad de revoluciones  $N_r$  y el par motor  $T_r$ , que va a proporcionarse desde la corona 148 dentada. En este caso, la potencia representa potencia o energía de salida por tiempo unitario.

El motogenerador MG2 también tiene una función de asistencia de par motor. En este caso, se supone que el par motor  $T_r$  que va a proporcionarse desde la corona 148 dentada aumenta en  $dT_r$ . Esto también aumenta el par motor reactivo aplicado en el eje de coordenadas R. Por tanto, el par motor de salida  $T_e$  del motor 200 va a aumentarse para equilibrar el par motor reactivo. Cuando el motor 200 no tiene margen para un aumento adicional en el par motor de salida  $T_e$ , por ejemplo, cuando el motor 200 se está accionando actualmente para generar el par motor máximo posible, la salida del par motor desde el motogenerador MG2 debe aumentarse para el equilibrio del par motor en el eje de coordenadas R. La figura 2(b) muestra conceptualmente un equilibrio del par motor en el eje de coordenadas R aumentando el par motor de salida del motogenerador MG2, mientras que el par motor de salida  $T_e$  del motor 200 se mantiene inalterado. En el ejemplo ilustrado, el par motor de salida del motogenerador MG2 se aumenta en  $T_{as}$  que corresponde al aumento en el par motor reactivo en  $dT_r$  para lograr el equilibrio del par motor. El aumento en el par motor de salida del motogenerador MG2 no puede cubrirse por la generación de potencia del motogenerador MG1. Por tanto, se suministra potencia eléctrica complementaria a partir de la potencia eléctrica acumulada en la batería 150. En la especificación de la misma, la "función de asistencia de par motor" del motogenerador MG2 representa la función de proporcionar un par motor complementario con la potencia eléctrica acumulada en la batería 150 y transmitir de esta manera una potencia mayor que la salida del motor 200 al árbol de accionamiento. El motor 200 tiene limitación de salida del par motor. Esta función de asistencia del motogenerador MG2 permite que se proporcione una potencia mayor al árbol de accionamiento.

## ES 2 353 546 T3

### A-3. Estructura del motor con relación de compresión variable

El motor 200 de relación de compresión variable, que puede variar la relación de compresión, se construye como se comenta a continuación. La figura 3 ilustra conceptualmente la estructura del motor 200 en la realización. Tal como se ilustra, el motor 200 incluye principalmente una culata 220 de cilindro, un conjunto 230 de bloque de cilindro, un conjunto 240 móvil principal, un conducto 250 de admisión, un conducto 258 de escape y la ECU 260 del motor.

El conjunto 230 de bloque de cilindro tiene un bloque 231 superior con la culata 220 de cilindro montada en el mismo y un bloque 232 inferior para alojar el conjunto 240 móvil principal en el mismo. Un actuador 233 está interpuesto entre el bloque 231 superior y el bloque 232 inferior. El actuador 233 se acciona para mover verticalmente el bloque 231 superior con respecto al bloque 232 inferior. Un cilindro 234 tubular está formado en el bloque 231 superior.

El conjunto 240 móvil principal tiene un pistón 241 dispuesto dentro del cilindro 234, un cigüeñal 243 que rota dentro del bloque 232 inferior y una varilla 242 de conexión que conecta el pistón 241 con el cigüeñal 243. El pistón 241, la varilla 242 de conexión y el cigüeñal 243 constituyen un mecanismo de cigüeñal. La rotación del cigüeñal 243 desliza hacia arriba y hacia abajo el pistón 241 en el cilindro 234, mientras que el movimiento de deslizamiento vertical del pistón 241 hace rotar el cigüeñal 243 en el bloque 232 inferior. La unión de la culata 220 de cilindro al conjunto 230 de bloque de cilindro proporciona un espacio definido por una cara inferior de la culata 220 de cilindro (una cara que entra en contacto con el bloque 231 superior), el cilindro 234 y el pistón 241. Este espacio funciona como una cámara de combustión. El movimiento ascendente del bloque 231 superior mediante el accionamiento del actuador 233 mueve la culata 220 de cilindro hacia arriba para aumentar el volumen interno de la cámara de combustión, disminuyendo así la relación de compresión. Por otra parte, el movimiento descendente de la culata 220 de cilindro con el bloque 231 superior, reduce el volumen interno de la cámara de combustión para aumentar la relación de compresión.

La culata 220 de cilindro tiene un orificio 223 de admisión para introducir el aire en la cámara de combustión y un orificio 224 de escape para descargar el escape gaseoso desde la cámara de combustión. Se coloca una válvula 221 de admisión en una abertura del orificio 223 de admisión a la cámara de combustión, y se coloca una válvula 222 de escape en una abertura del orificio 224 de escape a la cámara de combustión. La válvula 221 de admisión y la válvula 222 de escape se accionan mediante mecanismos de leva respectivos con los movimientos verticales del pistón 241. El control de apertura-cierre de la válvula 221 de admisión y la válvula 222 de escape en momentos adecuados respectivos en sincronismo con los movimientos del pistón 241 introduce el aire en la cámara de combustión y descarga el gas de escape desde la cámara de combustión. La culata 220 de cilindro tiene una bujía 227 de encendido, que enciende la mezcla de aire-combustible con una chispa en la cámara de combustión.

El orificio 223 de admisión de la culata 220 de cilindro está conectado con el conducto 250 de admisión para conducir el flujo del aire hasta la culata 220 de cilindro. Un filtro 251 de aire está previsto en un extremo aguas arriba del conducto 250 de admisión. El suministro de aire atraviesa el filtro 251 de aire para eliminar el polvo y las sustancias extrañas, y se hace fluir a través del conducto 250 de admisión y el orificio 223 de admisión al interior de la cámara de combustión. Una válvula 252 de estrangulación y una válvula 225 de inyección de combustible están dispuestas en el conducto 250 de admisión. La apertura de la válvula 252 de estrangulación está regulada por un actuador 253 eléctrico para controlar la cantidad del aire que se hace fluir al interior de la cámara de combustión. El suministro de combustible se inyecta desde la válvula 255 de inyección de combustible hacia el orificio 223 de admisión. La pulverización de combustible inyectado se vaporiza parcialmente en el orificio 223 de admisión. La parte residual de la pulverización de combustible se hace fluir al interior de la cámara de combustión en el estado atomizado o en el estado de película líquida y se vaporiza y se mezcla con el aire para formar la mezcla de aire-combustible en la cámara de combustión. Un sensor 256 de presión de admisión está ubicado en el conducto 250 de admisión para medir la presión interna del conducto 250 de admisión.

El orificio 224 de escape del cilindro 220 está conectado con el conducto 258 de escape. El flujo de escape gaseoso descargado desde la cámara de combustión atraviesa el conducto 258 de escape y se libera al aire exterior.

La ECU 260 del motor se hace cargo del control para cambiar la relación de compresión. Se almacena un mapeo de configuraciones de la relación de compresión con respecto a la demanda de par motor con el motor y la velocidad de revoluciones del motor como parámetros en una ROM incorporada en la ECU 260 del motor. La figura 4 muestra conceptualmente un ejemplo de un mapeo de relación de compresión de este tipo. En el mapeo de la figura 4, la relación de compresión se cambia en dos estados, es decir, entre una relación de compresión alta y una relación de compresión baja. La relación de compresión puede cambiarse en un número de estados mayor, según las necesidades. La ECU 260 del motor recibe una salida de un sensor 261 de ángulo de cigüeñal unido al cigüeñal 243 y especifica la velocidad de revoluciones del motor. La ECU 260 del motor recibe una demanda de par motor, que va a proporcionarse desde el motor 200, a partir de la ECU 160 híbrida. La ECU 260 del motor lee la configuración adecuada de la relación de compresión que corresponde a la demanda de par motor de entrada y la velocidad de revoluciones del motor especificada a partir del mapeo de la figura 4 y acciona el actuador 233 para establecer relación de compresión seleccionada en el motor 200. En caso de que vaya a proporcionarse una demanda grande de par motor desde el motor 200, la selección de la relación de compresión baja garantiza la generación de un par motor suficiente sin elevar el potencial de aparición de golpeteo. Por otra parte, en caso de que vaya a proporcionarse una demanda pequeña de par motor desde el motor 200, la selección de la relación de compresión alta mejora de manera deseable la eficacia térmica del motor 200.

## ES 2 353 546 T3

Mientras se controla el cambio de la relación de compresión, la ECU 260 del motor recibe los datos necesarios de, por ejemplo, el sensor 261 de ángulo de cigüeñal unido al cigüeñal 243 y el sensor 256 de presión de admisión, y acciona la bujía 227 de encendido, la válvula 255 de inyección de combustible y el actuador 253 eléctrico para controlar las operaciones de todo el motor 200.

5 Como se describió anteriormente, el motor 200 puede cambiar la relación de compresión según las condiciones de accionamiento, para mejorar la eficacia térmica y la salida máxima del motor 200 simultáneamente. El cambio de la relación de compresión, sin embargo, necesita una cierta cantidad de energía. El cambio frecuente de la relación de compresión consume una masa de energía significativa y reduce de manera no deseable la eficacia total del motor 200.  
10 El cambio de la relación de compresión también necesita un cierto periodo de tiempo. Por tanto, el cambio frecuente de la relación de compresión puede dar al conductor del vehículo 100 híbrido cierta sensación de incomodidad. Las diferentes configuraciones de la relación de compresión llevan a diferentes condiciones de accionamiento del motor y a diferentes rendimientos del motor. Por tanto, el cambio frecuente de la relación de compresión produce una variación en el rendimiento del motor, lo que puede dar al conductor cierta sensación de incomodidad. Se requiere una estrategia  
15 de control compleja para evitar una sensación de incomodidad de este tipo. El vehículo 100 híbrido de la realización se aprovecha de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 para resolver de manera eficaz este problema del motor 200, como se comenta a continuación.

### 20 B. Control de accionamiento de la primera realización

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en una primera realización para controlar las operaciones del motor 200 y los motogeneradores MG1 y MG2 y controlar de esta manera las condiciones de accionamiento del vehículo 100 híbrido. Esta rutina de control de accionamiento se  
25 ejecuta principalmente por la ECU 160 híbrida y utiliza de manera eficaz la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 para cambiar de manera adecuada la relación de compresión establecida en el motor 200.

Cuando se inicia la rutina de control de accionamiento de la primera realización, la ECU 160 híbrida detecta en primer lugar las condiciones de accionamiento del vehículo 100 híbrido y el motor 200 (etapa S100). Las condiciones  
30 de accionamiento del vehículo 100 híbrido son una intensidad con la que se pisa el acelerador y la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada. El sensor 162 de posición del acelerador unido al acelerador observa la intensidad con la que se pisa el acelerador. Se calcula la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada a partir de la salida del dispositivo 136 de resolución unido al motogenerador MG2. La condición de accionamiento del motor 200 es la velocidad de revoluciones del motor Ne. Como se mencionó anteriormente, se calcula la velocidad de  
35 revoluciones del motor Ne a partir de la salida del sensor 261 de ángulo de cigüeñal.

La ECU 160 híbrida determina una demanda de par motor Trq del vehículo y una demanda de par motor Tre del motor, basándose en la intensidad con la que se pisa el acelerador y la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada (etapa S102). En este caso, la demanda de par motor Trq del vehículo representa un par motor que va a  
40 proporcionarse desde la corona 148 dentada, en respuesta a la petición del conductor. La demanda de par motor Tre del motor representa un par motor que va a proporcionarse desde el motor 200, con el fin de satisfacer la demanda de par motor Trq del vehículo de la corona 148 dentada. La demanda de par motor Trq del vehículo y la demanda de par motor Tre del motor se determinan como se comenta a continuación.

45 El conductor del vehículo pisa el acelerador, cuando siente una insuficiencia en la salida del par motor. La intensidad con la que se pisa el acelerador (es decir, la salida del sensor 162 de posición del acelerador) refleja en consecuencia la demanda de par motor del conductor (es decir, la demanda de par motor Trq del vehículo). La intensidad operativa del acelerador también depende de la velocidad de accionamiento del vehículo (es decir, la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada). La demanda de par motor del conductor se especifica de manera experi-  
50 mental con respecto a la intensidad con la que se pisa el acelerador y la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada como parámetros y se almacena en forma de un mapeo en la ROM de la ECU 160 híbrida. El procedimiento concreto de la etapa S102 hace referencia a este mapeo y determina la demanda de par motor Trq del vehículo.

Tras la determinación de la demanda de par motor Trq del vehículo, se determina la demanda de par motor Tre del motor mediante el siguiente procedimiento. La velocidad de revoluciones de la corona 148 dentada no cambia brusca-  
55 camente desde la velocidad de revoluciones Nr actual. La demanda de par motor Trq del vehículo indica la necesidad de salida de potencia TrqxNr desde la corona 148 dentada. Concretamente, se requiere la salida de energía TrqxNr por tiempo unitario. Como se describió anteriormente con referencia a las figuras 2(a) y 2(b), el engranaje 140 planetario y los motogeneradores MG1 y MG2 funcionan para convertir la salida del motor 200 y obtener la salida del par motor convertida desde la corona 148 dentada. Por tanto, es suficiente la salida de potencia TrqxNr desde el motor 200. La  
60 velocidad de revoluciones del motor 200 no cambia bruscamente desde la velocidad de revoluciones Ne actual. Con el fin de satisfacer las necesidades de salida de la demanda de par motor Trq del vehículo desde la corona 148 dentada, el motor 200 necesita proporcionar un par motor (TrqxNr)/Ne. Por tanto, la demanda de par motor Tre del motor se calcula como:

$$65 \quad Tre = (Trq \times Nr) / Ne$$

## ES 2 353 546 T3

La rutina de control determina la demanda de par motor  $Trq$  del vehículo y la demanda de par motor  $Tre$  del motor de esta manera en la etapa S102 en el diagrama de flujo de la figura 5.

La ECU 160 híbrida especifica posteriormente un primer par motor umbral  $Tth1$  (etapa S104). El primer par motor umbral  $Tth1$  representa un par motor de referencia como criterio para cambiar la relación de compresión establecida en el motor 200 entre la relación de compresión alta y la relación de compresión baja, tal como se muestra en la figura 4. La configuración de la relación de compresión alta se selecciona cuando el par motor de salida del motor es menor que el primer par motor umbral  $Tth1$ . La configuración de la relación de compresión baja se selecciona, por otro lado, cuando el par motor de salida del motor es mayor que el primer par motor umbral  $Tth1$ . Un mapeo del primer par motor umbral  $Tth1$  con la velocidad de revoluciones del motor  $Ne$  se almacena de antemano en la ROM de la ECU 160 híbrida. El procedimiento concreto de la etapa S104 se refiere a este mapeo y especifica el primer par motor umbral  $Tth1$  correspondiente a la velocidad de revoluciones del motor  $Ne$  detectada en la etapa S100.

Tras la determinación de la demanda de par motor  $Tre$  del motor y la especificación del primer par motor umbral  $Tth1$ , se compara la demanda de par motor  $Tre$  del motor con el primer par motor umbral  $Tth1$  (etapa S106). Cuando la demanda de par motor  $Tre$  del motor es menor que el primer par motor umbral  $Tth1$  (etapa S106: No), la relación de compresión alta se selecciona como la relación de compresión establecida en el motor 200 (etapa S112). La configuración de la relación de compresión se efectúa accionando el actuador 233 mostrado en la figura 3. El actuador 233 se acciona para mover hacia abajo el bloque 231 superior y la culata 220 de cilindro hacia el bloque 232 inferior, estableciendo de este modo la relación de compresión alta en el motor 200.

La ECU 160 híbrida establece posteriormente el par motor de salida del motor 200 respecto a la demanda de par motor  $Tre$  del motor (etapa S114) y lleva a cabo el control motor del motor (etapa S124). El control de la unidad motriz del motor controla la unidad 200 motriz para proporcionar la demanda de par motor  $Tre$  del motor, mientras controla los motogeneradores MG1 y MG2 para realizar la conversión de par motor comentada anteriormente. Esto hace que la demanda de par motor  $Trq$  del vehículo se proporcione desde la corona 148 dentada. La ECU 260 del motor se hace cargo del control del motor 200 y regula la apertura de la válvula 252 de estrangulación, la cantidad de inyección de combustible y el momento de encendido para garantizar la salida de un par motor preestablecido (la demanda de par motor  $Tre$  del motor) desde el motor 200. La ECU 156 de unidad motriz regula las velocidades de revoluciones y los pares motores de salida de los motogeneradores MG1 y MG2. La velocidad de revoluciones y el par motor de salida de cada unidad motriz pueden ajustarse regulando la frecuencia de la corriente alterna aplicada y regulando la intensidad de la corriente aplicada, respectivamente. Bajo el control de la ECU 160 híbrida, la ECU 156 de la unidad motriz controla por tanto los motogeneradores MG1 y MG2 para garantizar la salida de pares motores adecuados y velocidades de revoluciones adecuadas. La ECU 260 del motor y la ECU 156 de unidad motriz controlan adecuadamente el motor 200 y los motogeneradores MG1 y MG2 bajo el control de la ECU 160 híbrida, de modo que la demanda de par motor  $Trq$  del vehículo deseada por el conductor del vehículo se proporciona desde la corona 148 dentada.

Cuando la demanda de par motor  $Tre$  del motor no es menor que el primer par motor umbral  $Tth1$  (etapa S106: Sí), la ECU 160 híbrida especifica un segundo par motor umbral  $Tth2$  (etapa S108). El segundo par motor umbral  $Tth2$  se obtiene sumando un valor preestablecido al primer par motor umbral  $Tth1$  en esta realización, aunque puede aplicarse otro procedimiento adecuado para especificar el segundo par motor umbral  $Tth2$ . Por ejemplo, al igual que el primer par motor umbral  $Tth1$ , el procedimiento puede especificar el segundo par motor umbral  $Tth2$  haciendo referencia a un mapeo preestablecido del segundo par motor umbral  $Tth2$  con la velocidad de revoluciones del motor  $Ne$ .

La demanda de par motor  $Tre$  del motor se compara entonces con el segundo par motor umbral  $Tth2$  (etapa S110). Cuando la demanda de par motor  $Tre$  del motor no es mayor que el segundo par motor umbral  $Tth2$  (etapa S110: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión alta como la relación de compresión establecida en el motor 200 (etapa S116), establece el par motor de salida del motor 200 en el primer par motor umbral  $Tth1$  (etapa S118) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S124). En este caso, mientras el conductor pide la salida de la demanda de par motor  $Trq$  del vehículo desde la corona 148 dentada, el par motor de salida del motor 200 se establece igual que el primer par motor umbral  $Tth1$ . El control de la unidad motriz del motor controla por tanto el motogenerador MG2 para complementar cualquier déficit de par motor mediante su función de asistencia de par motor.

Cuando la demanda de par motor  $Tre$  del motor es mayor que el segundo par motor umbral  $Tth2$  (etapa S110: Sí), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión baja como la relación de compresión establecida en el motor 200 (etapa S120), establece el par motor de salida del motor 200 en un par motor máximo  $Tmax$  del motor 200 (etapa S122) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S124). El control de la unidad motriz del motor en este estado controla el motor 200 para proporcionar el par motor máximo  $Tmax$ , mientras controla el motogenerador MG2 para complementar cualquier déficit de par motor mediante su función de asistencia de par motor.

Tras el control de la unidad motriz del motor para controlar el motor 200 y los motogeneradores MG1 y MG2 para satisfacer la demanda de par motor  $Trq$  del vehículo deseada por el conductor del vehículo, se determina si el conductor ha dado una instrucción de detención del vehículo (etapa S126). Cuando todavía no se ha dado ninguna instrucción de detención del vehículo, el programa vuelve a la etapa S100 y repite la serie de procesamiento comentada anteriormente hasta que se recibe la instrucción de detención del vehículo por parte del conductor.

## ES 2 353 546 T3

Tal como se describió anteriormente, el control de accionamiento de la primera realización cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y activa o desactiva la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 según la relación entre la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor y el primer par motor umbral  $T_{th1}$  y la relación entre la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor y el segundo par motor umbral  $T_{th2}$ . El cambio adecuado de la relación de compresión establecida en el motor 200 mejora significativamente el rendimiento operativo del vehículo, mientras se mantiene la eficacia térmica alta. Esto se comenta en detalle con referencia a la figura 6.

La figura 6 muestra conceptualmente el cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y la selección de activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, en respuesta a una variación en la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor. Tal como se ilustra, el primer par motor umbral  $T_{th1}$  y el segundo par motor umbral  $T_{th2}$  se especifican respectivamente en contra de lo especificado como la velocidad de revoluciones del motor. El par motor máximo  $T_{max}$  del motor 200 se muestra mediante una curva de línea discontinua en la figura 6. Un área sombreada representa el área de activación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. El área sombreada se extiende al par motor superior al par motor máximo  $T_{max}$  definido mediante la curva de la línea discontinua. Esto significa que la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 permite la salida de un par motor mayor que el par motor máximo  $T_{max}$  del motor 200.

En un área de la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor menor que el primer par motor umbral  $T_{th1}$ , el motor 200 se acciona a la relación de compresión alta sin la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. Por ejemplo, la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor igual que un par motor expresado por una estrella blanca en la figura 6 está en esta área. No hay riesgo de que se produzca golpeteo en el área de tal carga del motor baja, se selecciona la configuración de la relación de compresión alta. Esto permite accionar el motor 200 a la eficacia térmica alta.

En un área de la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor mayor que el primer par motor umbral  $T_{th1}$  pero menor que el segundo par motor umbral  $T_{th2}$ , el motor 200 y el motogenerador MG2 comparten la salida de la demanda de par motor. Por ejemplo, cuando la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor es igual que un par motor expresado por una estrella negra en la figura 6, el motor 200 proporciona el par motor  $T_e$  correspondiente al primer par motor umbral  $T_{th1}$ , mientras el motogenerador MG2 proporciona un par motor insuficiente  $T_m$ . Incluso cuando la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor supera el primer par motor umbral  $T_{th1}$ , el par motor de salida del motor 200 se mantiene en el primer par motor umbral  $T_{th1}$ . Esta disposición permite la selección de la relación de compresión alta como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y de este modo mejora la eficacia térmica.

Esta disposición también mejora significativamente el rendimiento operativo del vehículo. Por ejemplo, se supone que la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor aumenta desde el par motor expresado mediante la estrella blanca hasta el par motor expresado mediante la estrella negra en la figura 6. En este caso, la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor supera el límite de par motor  $T_{th1}$  proporcionado desde el motor 200 a la relación de compresión alta. El par motor de salida del motor 200 se mantiene en el límite de par motor  $T_{th1}$ , y el motogenerador MG2 ayuda para complementar cualquier déficit de par motor. Esta disposición no requiere el cambio de la relación de compresión establecida en el motor 200 y libera al conductor del vehículo de la sensación de incomodidad provocada por el cambio. El motogenerador MG2 puede aumentar rápidamente el par motor de salida. El motogenerador MG2 aumenta por tanto instantáneamente el par motor, en respuesta a la demanda del conductor. Esto mejora significativamente el rendimiento operativo del vehículo.

El motogenerador MG2 tiene naturalmente un límite de par motor de asistencia. En el ejemplo ilustrado en la figura 6, una unidad motriz que puede proporcionar un par motor de asistencia relativamente grande se aplica al motogenerador MG2. Mientras el motor 200 se mantiene a la relación de compresión alta, el motogenerador MG2 proporciona el par motor de asistencia para satisfacer la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor, que es mayor que el par motor máximo  $T_{max}$  del motor 200. El segundo par motor umbral  $T_{th2}$  representa por consiguiente un par motor que incluye un par motor complementario mediante la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, mientras el motor 200 se mantiene a la relación de compresión alta.

En la descripción anterior, el segundo par motor umbral  $T_{th2}$  se especifica como la suma del par motor de salida máximo del motor 200 a la relación de compresión alta y el par motor de asistencia máximo del motogenerador MG2. El segundo par motor umbral  $T_{th2}$  puede establecerse con ciertos márgenes en el par motor de salida máximo del motor 200 y el par motor de asistencia máximo del motogenerador MG2. Esta configuración es ventajosa cuando se requiere una salida rápida de un par motor mayor que el segundo par motor umbral  $T_{th2}$ . Un aumento de par motor del motor 200 o el motogenerador MG2 puede satisfacer el requisito, siempre que el requisito sea moderado.

En un área de la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor mayor que el segundo par motor umbral  $T_{th2}$ , el motor 200 se acciona para proporcionar el par motor máximo  $T_{max}$  tras el cambio a la relación de compresión baja. El motogenerador MG2 proporciona el par motor de asistencia para complementar cualquier déficit de par motor. Tal como se mencionó anteriormente, el segundo par motor umbral  $T_{th2}$  se establece para ser mayor que el par motor máximo  $T_{max}$  del motor 200. Por tanto, el cambio a la relación de compresión baja para aumentar la salida del motor 200 no es suficiente, y se requiere la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. La configuración de la relación de compresión baja en el motor 200 en combinación con la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 garantiza la salida de un par motor suficientemente grande.

## ES 2 353 546 T3

La configuración del segundo par motor umbral Tth2 con cierto margen respecto al par motor de asistencia máximo del motogenerador MG2 tiene otra ventaja. Cuando el par motor de salida del motor 200 se disminuye en el curso del cambio de la relación de compresión, el par motor de salida del motogenerador MG2 se aumenta para complementar el par motor de salida disminuido. Esta disposición libera de manera deseable al conductor del vehículo de la sensación de incomodidad.

Tal como se describió anteriormente, el vehículo 100 híbrido de la realización se acciona con cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y la selección de activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, en respuesta a la demanda de par motor, tal como se muestra en la figura 6. Esta técnica permite accionar el motor 200 a la relación de compresión alta en un área de accionamiento amplia, manteniendo por tanto la eficacia térmica alta del motor 200. El cambio de la relación de compresión se requiere sólo cuando la demanda de par motor Tre del motor se vuelve mayor que el segundo par motor umbral Tth2. Esta disposición no requiere un cambio frecuente de la relación de compresión, lo que de manera no deseable puede consumir mucha energía y disminuir la eficacia térmica total del motor 200. En respuesta a la demanda de par motor Tre del motor mayor que el primer par motor umbral Tth1, la técnica de la realización no cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200, sino que activa la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. Esto garantiza un aumento rápido del par motor de salida y mejora significativamente el rendimiento operativo del vehículo. Este procedimiento no necesita el control para el cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 en este estado y de este modo simplifica de manera deseable la estrategia de control del vehículo. En respuesta a una demanda de par motor mayor, la técnica de la realización cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 a la relación de compresión baja y activa la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. Esto proporciona un par motor grande para satisfacer la demanda de par motor mayor y permite al conductor conducir suavemente el vehículo.

En la estructura de la realización comentada anteriormente, el motogenerador MG2 puede proporcionar un par motor de asistencia relativamente grande. El segundo par motor umbral Tth2 se establece por consiguiente mayor que el par motor máximo Tmax del motor 200. Sin embargo, el motogenerador MG2 no está restringido a la unidad motriz para proporcionar un par motor grande de este tipo. Tal como en un ejemplo ilustrado en la figura 7, la configuración del segundo par motor umbral Tth2 puede ser menor que el par motor máximo Tmax del motor 200. En este caso, el esquema de control cambia la combinación de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 con la activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, en respuesta a una variación en la demanda de par motor Tre del motor, tal como se comenta a continuación. En el área de la demanda de par motor Tre del motor menor que el primer par motor umbral Tth1, el esquema de control selecciona la combinación de "relación de compresión alta + desactivación de la función de asistencia de par motor". Cuando la demanda de par motor Tre del motor se eleva para ser mayor que el primer par motor umbral Tth1, el esquema de control activa la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, mientras se mantiene la configuración de la relación de compresión alta en el motor 200. Cuando la demanda de par motor Tre del motor se eleva adicionalmente para ser mayor que el segundo par motor umbral Tth2, el esquema de control cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 a la relación de compresión baja para aumentar el par motor de salida. La relación de compresión baja da un margen suficiente para que se produzca golpeteo. El ajuste del momento de encendido aumenta por tanto de manera eficaz el par motor de salida. Con el aumento en el par motor de salida del motor 200, se desactiva la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. En respuesta a un aumento adicional en la demanda de par motor Tre del motor para ser mayor que el par motor máximo Tmax, la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 se activa de nuevo para complementar cualquier déficit de par motor.

Este esquema modificado cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y selecciona la activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 de esta manera, en respuesta a una variación en la demanda de par motor Tre del motor. Por tanto no se requiere que el motogenerador MG2 proporcione un par motor de asistencia grande, y una unidad motriz con una capacidad relativamente pequeña puede aplicarse al motogenerador MG2. Tal como se entiende claramente a partir de la comparación entre las figuras 6 y 7, el esquema de control tiene el tiempo de activación acortado de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 en las condiciones de la figura 7. La batería 150 (véase la figura 1) puede tener por consiguiente una capacidad menor.

En las condiciones de la figura 6, por otro lado, el esquema de control tiene la frecuencia disminuida de cambio entre la activación y desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. Esto simplifica ventajosamente el procedimiento de control y libera al conductor del vehículo de la sensación de incomodidad, debido al cambio frecuente entre la activación y desactivación de la función de asistencia de par motor.

### C. Control de accionamiento de la segunda realización

El control de accionamiento de la primera realización cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200, en combinación con la activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2, en respuesta a una variación en la demanda de par motor Tre del motor. El estado de carga de la batería 150 también puede tenerse en cuenta, además de la demanda de par motor Tre del motor. Esto se describe a continuación como un control de accionamiento de una segunda realización.

## ES 2 353 546 T3

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en la segunda realización. La diferencia principal respecto a la rutina de control de accionamiento de la primera realización mostrada en el diagrama de flujo de la figura 5 es la decisión sobre el estado de carga de la batería 150. Por lo demás el control de accionamiento de la segunda realización es bastante similar al de la primera realización. La rutina de control de accionamiento de la segunda realización se describe brevemente a continuación, centrándose en la diferencia respecto a la primera realización.

Al igual que la rutina de control de accionamiento de la primera realización, cuando se inicia la rutina de control de accionamiento de la segunda realización, la ECU 160 híbrida detecta en primer lugar la intensidad con la que se pisa el acelerador, la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada y la velocidad de revoluciones Ne del motor 200 como las condiciones de accionamiento del vehículo y el motor 200 (etapa S200), y determina la demanda de par motor Trq del vehículo y la demanda de par motor Tre del motor basándose en las condiciones de accionamiento detectadas (etapa S202). El procedimiento de determinación de la demanda de par motor Trq del vehículo y la demanda de par motor Tre del motor es idéntico al de la primera realización y por tanto no se describe específicamente en este caso.

La ECU 160 híbrida especifica posteriormente el primer par motor umbral Tth1 (etapa S204) y compara la demanda de par motor Tre del motor con el primer par motor umbral Tth1 especificado (etapa S206). Cuando la demanda de par motor Tre del motor es menor que el primer par motor umbral Tth1 (etapa S206: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión alta como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S208), establece el par motor de salida del motor 200 en la demanda de par motor Tre del motor (etapa S210) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S232). Esto es idéntico al procesamiento de la primera realización.

Cuando la demanda de par motor Tre del motor no es menor que el primer par motor umbral Tth1 (etapa S206: Sí), la rutina de control de accionamiento de la segunda realización determina posteriormente si la batería 150 tiene un estado de carga suficiente (etapa S212). La ECU 160 híbrida monitoriza de manera continua la carga y descarga de la batería 150 y detecta el estado actual de carga de la batería 150. Cuando la batería 150 no tiene el estado de carga suficiente (etapa S212: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión baja como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S214), establece el par motor de salida del motor 200 en la demanda de par motor Tre del motor (etapa S216) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S232). En el caso del estado de carga insuficiente de la batería 150, el control de accionamiento no activa la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 sino que disminuye la configuración de la relación de compresión en el motor 20 para garantizar la salida de toda la demanda de par motor desde el motor 200. La suficiencia en el estado de carga de la batería 150 se determina comparando el estado actual de carga con un valor umbral predeterminado.

Cuando la batería 150 tiene el estado de carga suficiente (etapa S212: Sí), por otro lado, la ECU 160 híbrida especifica el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S218). Al igual que la primera realización, la rutina de control de accionamiento de la segunda realización calcula el segundo par motor umbral Tth2 sumando un valor preestablecido al primer par motor umbral Tth1, aunque puede aplicarse otro procedimiento para especificar el segundo par motor umbral Tth2.

La demanda de par motor Tre del motor se compara entonces con el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S220). Cuando la demanda de par motor Tre del motor no es mayor que el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S220: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión alta como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S224), establece el par motor de salida del motor 200 en el primer par motor umbral Tth1 (etapa S226) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S232). Mientras el conductor pide la salida de la demanda de par motor Tre del motor desde el motor 200, el par motor de salida del motor 200 se establece igual que el primer par motor umbral Tth1. El control de la unidad motriz del motor en este estado controla el motor 200 para proporcionar el par motor Tth1 a la relación de compresión alta, mientras controla el motogenerador MG2 para complementar cualquier déficit de par motor mediante su función de asistencia de par motor.

Cuando la demanda de par motor Tre del motor es mayor que el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S220: Sí), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión baja como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S228), establece el par motor de salida del motor 200 en el par motor máximo Tmax del motor 200 (etapa S230) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S232). El control de la unidad motriz del motor en este estado controla el motor 200 para proporcionar el par motor máximo Tmax, mientras controla el motogenerador MG2 para complementar cualquier déficit de par motor mediante su función de asistencia de par motor.

Tras el control de la unidad motriz del motor para controlar el motor 200 y los motogeneradores MG1 y MG2 para satisfacer la demanda de par motor Trq del vehículo deseada por el conductor del vehículo, se determina si el conductor ha dado una instrucción de detención del vehículo (etapa S234). Cuando todavía no se ha dado ninguna instrucción de detención del vehículo, el programa vuelve a la etapa S200 y repite la serie de procesamiento comentada anteriormente hasta que se recibe la instrucción de detención del vehículo por parte del conductor.

Tal como se describió anteriormente, incluso cuando la demanda de par motor Tre del motor supera el primer par motor umbral Tth1, en el estado de carga insuficiente de la batería 150, el control de accionamiento de la segunda realización cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 a la relación de compresión baja. Este cambio permite al motor 200 proporcionar toda la demanda de par motor Tre del motor sin activar la función de

## ES 2 353 546 T3

asistencia de par motor del motogenerador MG2. Concretamente el control de accionamiento de la segunda realización activa o desactiva selectivamente la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 según el estado de carga de la batería 150. Esto logra el uso eficaz de la batería 150.

5

### D. Control de accionamiento de la tercera realización

Los controles de accionamiento de las realizaciones primera y segunda comentadas anteriormente no tienen en cuenta el transcurso de tiempo para cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor 200 o para seleccionar la activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2. No se cambia ni la configuración de la relación de compresión ni el estatus de la función de asistencia de par motor, mientras las condiciones de accionamiento se mantengan inalteradas. Otro procedimiento aplicable tiene en cuenta el transcurso de tiempo y activa la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 para reducir la frecuencia de cambio de la configuración de la relación de compresión cuando un aumento en la demanda de par motor del motor continúa sólo durante un breve periodo de tiempo. Esto se describe a continuación como un control de accionamiento de una tercera realización.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de accionamiento ejecutada en la tercera realización. La diferencia principal respecto a la rutina de control de accionamiento de la primera realización mostrada en el diagrama de flujo de la figura 5 es una serie de procesamiento llevada a cabo cuando la demanda de par motor Tre del motor supera el segundo par motor umbral Tth2. Por lo demás el control de accionamiento de la tercera realización es bastante similar al de la primera realización. La rutina de control de accionamiento de la tercera realización se describe brevemente a continuación, centrándose en la diferencia respecto a la primera realización.

Al igual que la rutina de control de accionamiento de la primera realización, cuando se inicia la rutina de control de accionamiento de la tercera realización, la ECU 160 híbrida detecta en primer lugar la intensidad con la que se pisa el acelerador, la velocidad de revoluciones Nr de la corona 148 dentada y la velocidad de revoluciones Ne del motor 200 como las condiciones de accionamiento del vehículo y el motor 200 (etapa S300), y determina la demanda de par motor Trq del vehículo y la demanda de par motor Tre del motor basándose en las condiciones de accionamiento detectadas (etapa S302). La ECU 160 híbrida especifica posteriormente el primer par motor umbral Tth1 (etapa S304) y compara la demanda de par motor Tre del motor con el primer par motor umbral Tth1 (etapa S306). Cuando la demanda de par motor Tre del motor es menor que el primer par motor umbral Tth1 (etapa S306: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión alta como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S312), establece el par motor de salida del motor 200 en la demanda de par motor Tre del motor (etapa S314) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S320).

Cuando la demanda de par motor Tre del motor no es menor que el primer par motor umbral Tth1 (etapa S306: Sí), la ECU 160 híbrida especifica el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S208) y compara la demanda de par motor Tre del motor con el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S310). El segundo par motor umbral Tth2 se calcula sumando un valor preestablecido al primer par motor umbral Tth1. Cuando la demanda de par motor Tre del motor no es mayor que el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S310: No), la ECU 160 híbrida selecciona la relación de compresión alta como la configuración de la relación de compresión en el motor 200 (etapa S316), establece el par motor de salida del motor 200 en el primer par motor umbral Tth1 (etapa S318) y lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor (etapa S320). Cuando la demanda de par motor Tre del motor es mayor que el segundo par motor umbral Tth2 (etapa S310: Sí), por otro lado, la ECU 160 híbrida lleva a cabo el control de la unidad motriz del motor con un cambio de la relación de compresión (etapa S322). Los detalles del control de la unidad motriz del motor con cambio de la relación de compresión se comentarán más adelante.

Tras el control de la unidad motriz del motor para controlar el motor 200 y los motogeneradores MG1 y MG2 para satisfacer la demanda de par motor Trq del vehículo deseada por el conductor del vehículo, se determina si el conductor ha dado una instrucción de detención del vehículo (etapa S324). Cuando todavía no se ha dado ninguna instrucción de detención del vehículo, el programa vuelve a la etapa S300 y repite la serie de procesamiento comentada anteriormente hasta que se recibe la instrucción de detención del vehículo por parte del conductor.

A continuación se describe el control de la unidad motriz del motor con el cambio de la relación de compresión, que se ejecuta en la rutina de control de accionamiento de la tercera realización. La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra los detalles del control de la unidad motriz del motor con el cambio de la relación de compresión. La figura 11 muestra conceptualmente el cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 de la relación de compresión alta a la relación de compresión baja según el control de la unidad motriz del motor de la figura 10. En este ejemplo ilustrado, el control cambia el estado de accionamiento de la combinación de la relación de compresión alta y la desactivación de la función de asistencia de par motor a la combinación de la relación de compresión baja y la activación de la función de asistencia de par motor. La descripción a continuación sigue el diagrama de flujo de la figura 10 con referencia a la figura 11.

Cuando se inicia el control de la unidad motriz del motor de la figura 10, la ECU 160 híbrida establece en primer lugar un temporizador en un tiempo preestablecido dT (etapa S400) e inmediatamente aumenta el par motor complementario generado mediante la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 para satisfacer la demanda de par motor Tre del motor (etapa S402).

## ES 2 353 546 T3

En el ejemplo ilustrado en la figura 11, en un instante  $T_a$ , la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor requerida por el conductor aumenta gradualmente desde un valor menor que el primer par motor umbral  $T_{th1}$  hasta un valor mayor que el segundo par motor umbral  $T_{th2}$ . Tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 6, cuando la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor es menor que el primer par motor umbral  $T_{th1}$ , el procedimiento de control selecciona la combinación de la relación de compresión alta y la desactivación de la función de asistencia de par motor. En el ejemplo de la figura 11, el motogenerador MG2 no dispara su función de asistencia de par motor hasta el instante  $T_a$ . La curva en línea discontinua representa el par motor de salida del motor 200, y la curva en línea continua representa el par motor complementario del motogenerador MG2. Cuando la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor se eleva para superar el segundo par motor umbral  $T_{th2}$  en el instante  $T_a$ , el procedimiento de control aumenta el par motor de salida del motor 200 al primer par motor umbral  $T_{th1}$ , mientras controla el motogenerador MG2 para complementar un déficit de par motor (=  $T_{re}-T_{th1}$ ).

Hasta que transcurre el periodo de tiempo preestablecido  $dT$  tras el aumento gradual de la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor, el procedimiento de control mantiene este estado. Concretamente el motor 200 se controla para proporcionar el primer par motor umbral  $T_{th1}$ , mientras que el motogenerador MG2 se controla para complementar el déficit de par motor mediante su función de asistencia de par motor. Esto corresponde al procesamiento de la etapa S404 en el diagrama de flujo de la figura 10. La ECU 160 híbrida confirma que la demanda de par motor  $T_{re}$  del motor sigue siendo mayor que el segundo par motor umbral  $T_{th2}$  una vez transcurrido el tiempo preestablecido  $dT$  y cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 de la relación de compresión alta a la relación de compresión baja (etapa S406). La relación de compresión se cambia bajo la condición del momento de encendido fijado del motor 200, mientras que el motogenerador MG2 se controla para compensar el déficit de par motor. Este proceso se describe en detalle con referencia a la figura 11.

En el ejemplo de la figura 11, un instante  $T_b$  representa el transcurso del tiempo preestablecido  $dT$  después de que el temporizador se estableciera en el instante  $T_a$ . El procedimiento de control inicia el cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200 en el instante  $T_b$ . Tal como se describió anteriormente, el cambio de la relación de compresión se implementa moviendo la culata 220 de cilindro y el bloque 231 superior con respecto al bloque 232 inferior. El cambio por consiguiente tarda algo de tiempo. En el ejemplo ilustrado en la figura 11, la relación de compresión se varía gradualmente en un periodo de tiempo desde el instante  $T_b$  hasta un instante  $T_c$ .

En esta realización, durante el cambio de la relación de compresión, el momento de encendido se fija en el momento óptimo a la relación de compresión alta. La relación de compresión diferente da naturalmente el momento de encendido óptimo diferente. La variación gradual en la relación de compresión cambia por tanto gradualmente el momento de encendido óptimo. El procedimiento de control de la realización, sin embargo, cambia la relación de compresión bajo la condición del momento de encendido fijado. El momento de encendido se desvía por consiguiente del momento óptimo con la variación de la relación de compresión. La desviación disminuye el par motor de salida del motor 200. El motogenerador MG2 se controla para aumentar el par motor complementario y de este modo compensar la disminución en el par motor del motor. En el ejemplo ilustrado en la figura 11, durante el periodo de tiempo desde el instante  $T_b$  hasta el instante  $T_c$ , el par motor de salida del motor 200 mostrado mediante la curva en línea discontinua disminuye gradualmente, mientras que el par motor complementario del motogenerador MG2 mostrado mediante la curva en línea continua aumenta para compensar la disminución en el par motor del motor.

Cuando se completa el cambio a la relación de compresión baja, el procedimiento de control ajusta gradualmente el momento de encendido en un momento óptimo a la relación de compresión baja en un periodo de tiempo desde el instante  $T_c$  hasta un instante  $T_d$ . En el curso del cambio de la relación de compresión, el momento de encendido se fijó en el momento óptimo a la relación de compresión alta. Al completarse el cambio a la relación de compresión baja, el momento de encendido se cambia al momento óptimo a la relación de compresión baja. La optimización del momento de encendido aumenta el par motor de salida del motor 200. El procedimiento de control reduce por consiguiente el par motor complementario del motogenerador MG2 con el aumento en el par motor del motor. En el ejemplo ilustrado de la figura 11, durante un periodo de tiempo desde el instante  $T_c$  hasta un instante  $T_d$ , el par motor de salida del motor 200 mostrado mediante la curva en línea discontinua aumenta, mientras que el par motor complementario del motogenerador MG2 mostrado mediante la curva en línea continua disminuye para compensar el aumento en el par motor del motor.

En la etapa S408 en el diagrama de flujo de la figura 10, la ECU 160 híbrida cambia el momento de encendido del momento de encendido fijado en la configuración anterior de la relación de compresión alta al momento de encendido óptimo en la nueva configuración de la relación de compresión baja. La optimización del momento de encendido aumenta el par motor de salida del motor 200. El motogenerador MG2 se controla para disminuir el par motor complementario y de este modo compensar el aumento en el par motor del motor.

Tras el ajuste del momento de encendido, la ECU 160 híbrida aumenta el par motor de salida del motor 200 a su par motor máximo  $T_{max}$  y por consiguiente disminuye el par motor complementario del motogenerador MG2 en la etapa S410. El par motor de salida del motor 200 se maximiza estableciendo la válvula 252 de estrangulación en la posición completamente abierta. En el ejemplo ilustrado de la figura 11, durante un periodo de tiempo desde el instante  $T_d$  hasta un instante  $T_e$ , el motor 200 se controla para aumentar el par motor de salida a su par motor máximo  $T_{max}$ , mientras que el motogenerador MG2 se controla para disminuir el par motor complementario y de este modo compensar el aumento en el par motor del motor.

## ES 2 353 546 T3

El control de la unidad motriz del motor llevado a cabo en la rutina de control de accionamiento de la tercera realización cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200 y selecciona la activación o desactivación de la función de asistencia de par motor del motogenerador MG2 de esta manera. En respuesta a un aumento en la demanda de par motor Tre del motor, el procedimiento de control de la tercera realización no cambia inmediatamente la configuración de la relación de compresión en el motor 200 sino que controla el motogenerador MG2 para activar su función de asistencia de par motor y complementar el déficit de par motor. Este estado se mantiene durante el tiempo preestablecido dT. Cuando la demanda de par motor Tre del motor disminuye antes del transcurso del tiempo preestablecido dT tal como se muestra mediante la línea de rayas y puntos en la figura 11, el procedimiento de control no cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200. Tal control reduce de manera deseable la frecuencia de cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor 200, en respuesta a una variación frecuente en la demanda de par motor Tre del motor. Esta disposición ahorra de manera eficaz la energía requerida para el cambio frecuente de la relación de compresión y por tanto mejora la eficacia total del motor 200.

La descripción anterior se refiere al caso de un aumento en la demanda de par motor Tre del motor. El procedimiento anterior de control también se aplica de manera eficaz en el caso de una disminución en la demanda de par motor Tre del motor, por ejemplo, cuando la demanda de par motor Tre del motor disminuye desde un valor mayor que el segundo par motor umbral Tth2 hasta un valor menor que el primer par motor umbral Tth1. En respuesta a una disminución en la demanda de par motor Tre del motor, el procedimiento de control no cambia inmediatamente la configuración de la relación de compresión en el motor 200 sino que controla el motogenerador MG2 para compensar la variación de par motor. Cuando la demanda de par motor Tre del motor sigue siendo pequeña una vez transcurrido un tiempo preestablecido, el procedimiento de control cambia la configuración de la relación de compresión en el motor 200. Concretamente la configuración de la relación de compresión en el motor 200 se mantiene inalterada en el caso de una disminución en la demanda de par motor Tre del motor requerida por el conductor durante sólo un tiempo corto. Esta disposición ahorra de manera eficaz la energía requerida para el cambio frecuente de la relación de compresión y por tanto mejora la eficacia total del motor 200.

El procedimiento de la tercera realización cambia la relación de compresión mientras mantiene el momento de encendido en el momento óptimo a la relación de compresión alta, tal como se muestra en la figura 11. Un posible procedimiento cambia el momento de encendido simultáneamente con el cambio de la relación de compresión. El cambio no oportuno del momento de encendido en relación con el cambio de la relación de compresión por alguna razón puede llevar a que se produzca golpeteo. El procedimiento de control de esta realización, sin embargo, cambia la relación de compresión mientras mantiene el momento de encendido inalterado. Esto evita de manera eficaz que se produzca golpeteo en el proceso de cambio de la relación de compresión. El procedimiento de cambio de la relación de compresión bajo la condición del momento de encendido fijado hace que el momento de encendido se desvíe del momento óptimo en el curso del cambio y de este modo disminuye el par motor de salida del motor 200. El motogenerador MG2 se controla por tanto para complementar el déficit de par motor. Tal control libera de manera deseable al conductor del vehículo de la sensación de incomodidad.

Al igual que la segunda realización, el procedimiento de control de la tercera realización puede tener en cuenta el estado de carga de la batería 150. Por ejemplo, cuando se determina que la batería 150 tiene un estado de carga insuficiente, el procedimiento de control puede saltarse el procesamiento de la etapa S404 en el diagrama de flujo de la figura 10 e inmediatamente cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor 200. El procedimiento de control puede establecer alternativamente el temporizador en un tiempo significativamente más corto que el tiempo preestablecido dT en la etapa S400. Esta disposición reduce de manera deseable el consumo de potencia, cuando la batería 150 tiene el estado de carga insuficiente.

La realización comentada anteriormente y sus ejemplos modificados deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativos y no restrictivos. Puede haber muchas otras modificaciones, cambios y alteraciones sin apartarse del alcance o espíritu de las características principales de la presente invención. Por ejemplo, en las realizaciones comentadas anteriormente, el vehículo híbrido es el vehículo híbrido de distribución mecánica con el engranaje planetario. La técnica de la invención también es aplicable a un vehículo híbrido de distribución eléctrica.

En las realizaciones comentadas anteriormente, el motor de combustión interna de la invención está montado en el vehículo híbrido. La aplicación del motor de combustión interna no está, sin embargo, restringida al vehículo híbrido. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 12, la técnica de la invención se aplica de manera eficaz a una estructura que utiliza el rendimiento del motor de combustión interna para accionar cualquier carga.

El mecanismo de cambio de la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna no está restringido al movimiento de la culata 220 de cilindro y el bloque 231 superior con respecto al bloque 232 inferior tal como se muestra en la figura 3. Puede adoptarse cualquiera de diversos mecanismos conocidos para cambiar la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna. Un mecanismo que puede aplicarse ajusta los momentos de apertura-cierre de la válvula 221 de admisión y la válvula 222 de escape para cambiar sustancialmente la configuración de la relación de compresión en el motor de combustión interna.

# ES 2 353 546 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Motor (200) de combustión interna que se acciona para proporcionar un par motor requerido a un árbol (114) de salida, comprendiendo dicho motor (200) de combustión interna:

un mecanismo (250) de compresión que comprime una mezcla de aire-combustible que contiene un combustible y el aire introducido en dicho motor (200) de combustión interna;

10 un mecanismo (233) de cambio de relación de compresión que cambia una relación de compresión de la mezcla de aire-combustible comprimida por dicho mecanismo (250) de compresión;

una unidad motriz (MG2) que transmite par motor hacia y desde dicho árbol (114) de salida de dicho motor (200) de combustión interna;

15 un módulo de detección de la demanda de par motor que detecta una demanda de par motor ( $T_{re}$ ), que se requiere para dicho árbol (114) de salida de dicho motor (200) de combustión interna;

20 un módulo (160) de especificación que compara la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada con un primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ), que se establece de antemano para cambiar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna, y distribuye la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) en un primer valor de par motor ( $T_m$ ) que va a transmitirse entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida y un segundo valor de par motor ( $T_e$ ) que va a proporcionarse desde dicho motor (200) de combustión interna basándose en un resultado de la comparación, especificando dicho módulo (160) de especificación una configuración deseada de la relación de compresión basándose en el resultado de la comparación;

25 un módulo (156) de control de unidad motriz que controla dicha unidad motriz (MG2) para regular la transmisión del par motor entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida según el primer valor de par motor ( $T_m$ ); y

30 un módulo (260) de accionamiento que controla dicho mecanismo (233) de cambio de relación de compresión para cambiar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna según la especificación de la configuración deseada de la relación de compresión, en el que

35 puede seleccionarse una relación de compresión alta cuando la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada es menor que el primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ) sin transmitirse ningún par motor entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida,

40 puede seleccionarse la relación de compresión alta aunque la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada sea mayor que el primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ) pero no mayor que un segundo par motor umbral ( $T_{th2}$ ), superior al primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ), transmitiéndose un par motor complementario entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida,

45 puede seleccionarse una relación de compresión baja cuando la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada es mayor que el segundo par motor umbral ( $T_{th2}$ ), en el que, cuando se selecciona la relación de compresión baja, la salida del motor se establece en un par motor máximo ( $T_{max}$ ) transmitiéndose un par motor complementario entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida.

50 2. Motor (200) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicho módulo (160) de especificación distribuye la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) de manera que se reduce un cambio frecuente de la división de par motor que va a proporcionarse desde dicho motor (200) de combustión interna por el par motor umbral, en respuesta a una variación en la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada.

55 3. Motor (200) de combustión interna según alguna de las reivindicaciones 1 y 2, en el que

60 dicho módulo (160) de especificación comprende un submódulo de almacenamiento de área de control que almacena un área de control para especificar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna y un estado del primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a al menos la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) requerida para dicho árbol (114) de salida, y

65 dicho módulo (260) de accionamiento comprende un submódulo de instrucción de accionamiento que proporciona al menos una instrucción para cambiar la relación de compresión a dicho mecanismo (233) de cambio de relación de compresión y una instrucción de transmisión de par motor a dicho módulo (156) de control de unidad motriz, según la especificación del área de control almacenada en dicho submódulo de almacenamiento de área de control.

## ES 2 353 546 T3

4. Motor (200) de combustión interna según la reivindicación 3, en el que dicho submódulo de almacenamiento de área de control almacena múltiples áreas de control, que incluyen al menos:

una primera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna y la selección de ningún par motor como el primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a un intervalo de demanda de par motor ( $T_{re}$ ) inferior al par motor umbral, y

una segunda área de control para especificar la configuración de la relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna y la selección del primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a un intervalo de demanda de par motor ( $T_{re}$ ) superior al par motor umbral, y

dicho submódulo de instrucción de accionamiento proporciona la instrucción para cambiar la relación de compresión a dicho mecanismo (233) de cambio de relación de compresión y la instrucción de transmisión de par motor a dicho módulo (156) de control de unidad motriz, según la especificación de la primera área de control o la especificación de la segunda área de control.

5. Motor (200) de combustión interna según la reivindicación 4, comprendiendo además dicho motor (200) de combustión interna:

un módulo (150) acumulador que acumula potencia eléctrica, que va a suministrarse a dicha unidad motriz (MG2); y

un módulo (160) de medición de acumulación de potencia que mide una cantidad de acumulación de potencia en dicho módulo (150) acumulador,

en el que dicho submódulo de almacenamiento de área de control almacena una tercera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión inferior a la relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna, que corresponde a un intervalo de demanda de par motor ( $T_{re}$ ) superior al intervalo de demanda de par motor de la segunda área de control, y

cuando la cantidad observada de acumulación de potencia no es mayor que un valor umbral preestablecido, dicho submódulo de instrucción de accionamiento proporciona la instrucción para cambiar la relación de compresión y la instrucción de transmisión de par motor según la especificación de la tercera área de control, en respuesta a la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada aunque pertenezca a la segunda área de control.

6. Motor (200) de combustión interna según la reivindicación 2, en el que dicho módulo (260) de accionamiento comprende:

un submódulo (160) contador de tiempo que cuenta el transcurso de un tiempo preestablecido después de que la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada supere el par motor umbral; y

un submódulo de control que controla dicho módulo (156) de control de unidad motriz para proporcionar un par motor aumentado desde dicha unidad motriz (MG2) a dicho árbol (114) de salida hasta que la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido, cambiando dicho submódulo de control, cuando la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido, la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna para aumentar el par motor de salida de dicho motor (200) de combustión interna, mientras controla dicho módulo (156) de control de unidad motriz para disminuir el par motor de salida desde dicha unidad motriz (MG2) a dicho árbol (114) de salida.

7. Motor (200) de combustión interna según la reivindicación 6, comprendiendo además dicho motor (200) de combustión interna:

un módulo (150) acumulador que acumula potencia eléctrica, que va a suministrarse a dicha unidad motriz (MG2); y

un módulo (160) de medición de acumulación de potencia que mide una cantidad de acumulación de potencia en dicho módulo (150) acumulador,

en el que dicho módulo (260) de accionamiento disminuye el par motor de salida desde dicha unidad motriz (MG2) a dicho árbol (114) de salida antes del transcurso del tiempo preestablecido, cuando la cantidad observada de la acumulación de potencia no es mayor que un valor umbral preestablecido.

## ES 2 353 546 T3

8. Procedimiento de control de un motor (200) de combustión interna, que incluye una unidad motriz (MG2) que transmite par motor hacia y desde un árbol (114) de salida de dicho motor (200) de combustión interna y un mecanismo (233) de cambio de relación de compresión que cambia la configuración de una relación de compresión de una mezcla de aire-combustible en dicho motor (200) de combustión interna,

5

comprendiendo dicho procedimiento de control las etapas de:

detectar una demanda de par motor ( $T_{re}$ ), que se requiere para dicho árbol (114) de salida de dicho motor (200) de combustión interna;

10

comparar la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada con un primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ), que se establece de antemano para cambiar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna;

15

distribuir la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) en un primer valor de par motor ( $T_m$ ) que va a transmitirse entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida y un segundo valor de par motor ( $T_e$ ) que va a proporcionarse desde dicho motor (200) de combustión interna basándose en un resultado de la comparación;

20

regular la transmisión del par motor entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida según el primer valor de par motor ( $T_m$ );

especificar una configuración deseada de la relación de compresión basándose en el resultado de la comparación; y

25

controlar dicho mecanismo (233) de cambio de relación de compresión para cambiar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna según la especificación de la configuración deseada de la relación de compresión; en el que,

30

se selecciona una relación de compresión alta cuando la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada es menor que el primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ) sin transmitirse ningún par motor entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida,

35

se selecciona la relación de compresión alta aunque la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada sea mayor que el primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ) pero no mayor que un segundo par motor umbral ( $T_{th2}$ ), superior al primer par motor umbral ( $T_{th1}$ ), transmitiéndose un par motor complementario entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida,

40

se selecciona una relación de compresión baja cuando la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada es mayor que el segundo par motor umbral ( $T_{th2}$ ), en el que, cuando se selecciona la relación de compresión baja, la salida del motor se establece en un par motor máximo ( $T_{max}$ ) transmitiéndose un par motor complementario entre dicha unidad motriz (MG2) y dicho árbol (114) de salida.

9. Procedimiento de control según la reivindicación 8, en el que, en dicha etapa de distribución, la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) se distribuye de manera que se reduce un cambio frecuente de la división de par motor que va a proporcionarse desde dicho motor (200) de combustión interna por el par motor umbral preestablecido, en respuesta a una variación en la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) detectada.

10. Procedimiento de control según alguna de las reivindicaciones 8 y 9, comprendiendo además dicho procedimiento de control las etapas de:

50

almacenar un área de control para especificar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna y un estado del primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a al menos la demanda de par motor ( $T_{re}$ ) requerida para dicho árbol (114) de salida; y

55

proporcionar una instrucción para cambiar la relación de compresión y controlar dicha unidad motriz (MG2) según la especificación del área de control.

11. Procedimiento de control según la reivindicación 10, en el que dicha etapa de almacenamiento almacena múltiples áreas de control, que incluyen al menos:

60

una primera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna y la selección de ningún par motor como el primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a un intervalo de demanda de par motor ( $T_{re}$ ) inferior al par motor umbral, y

65

una segunda área de control para especificar la configuración de la relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna y la selección del primer valor de par motor ( $T_m$ ), que corresponde a un intervalo de demanda de par motor ( $T_{re}$ ) superior al par motor umbral, y

## ES 2 353 546 T3

dicha etapa de proporcionar una instrucción proporciona una instrucción para cambiar la relación de compresión y controlar dicha unidad motriz (MG2) según la especificación de la primera área de control o la especificación de la segunda área de control.

5

12. Procedimiento de control según la reivindicación 11, comprendiendo además dicho procedimiento de control las etapas de:

10

medir una cantidad de acumulación de potencia en un módulo (150) acumulador, que suministra potencia eléctrica a dicha unidad motriz (MG2);

15

almacenar una tercera área de control para especificar la configuración de una relación de compresión inferior a la relación de compresión predeterminada en dicho motor (200) de combustión interna, que corresponde a un intervalo de demanda de par motor (Tre) superior al intervalo de demanda de par motor de la segunda área de control; y

20

cuando la cantidad observada de acumulación de potencia no es mayor que un valor umbral preestablecido, proporcionar una instrucción para cambiar la relación de compresión y controlar dicha unidad motriz (MG2) según la especificación de la tercera área de control, en respuesta a la demanda de par motor (Tre) detectada aunque pertenezca a la segunda área de control.

25

13. Procedimiento de control según la reivindicación 8, comprendiendo además dicho procedimiento de control las etapas de:

30

contar el transcurso de un tiempo preestablecido después de que la demanda de par motor (Tre) detectada supere el par motor umbral;

35

controlar dicha unidad motriz (MG2) para proporcionar un par motor aumentado desde dicha unidad motriz (MG2) a dicho árbol (114) de salida hasta que la demanda de par motor (Tre) que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido; y

40

cuando la demanda de par motor (Tre) que supera el par motor umbral continúa el tiempo preestablecido, cambiar la configuración de la relación de compresión en dicho motor (200) de combustión interna para aumentar el par motor de salida de dicho motor (200) de combustión interna, mientras controla dicha unidad motriz (MG2) para disminuir el par motor de salida desde dicha unidad motriz (MG2) a dicho árbol (114) de salida.

45

50

55

60

65

Fig.1

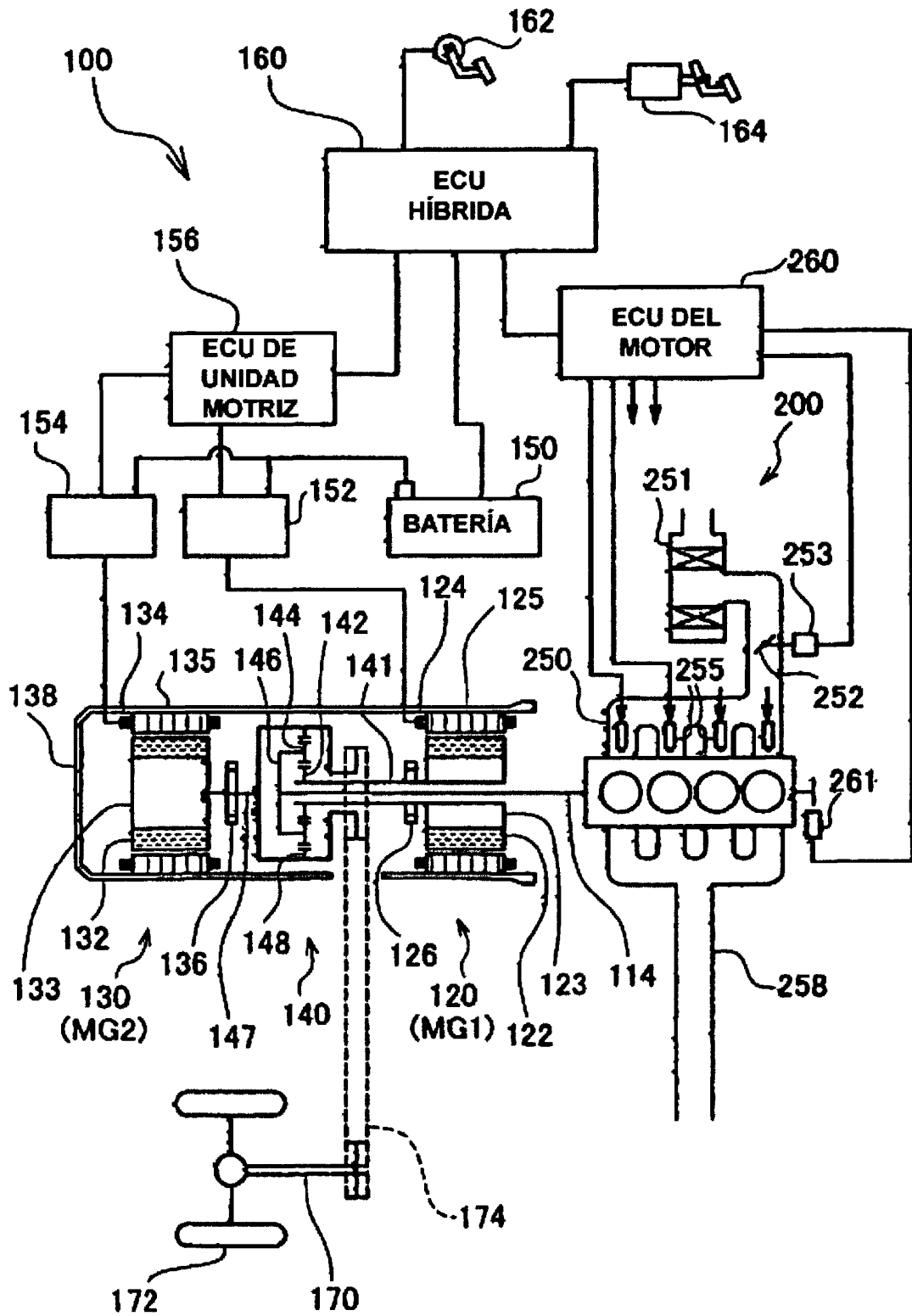


Fig.2(a)

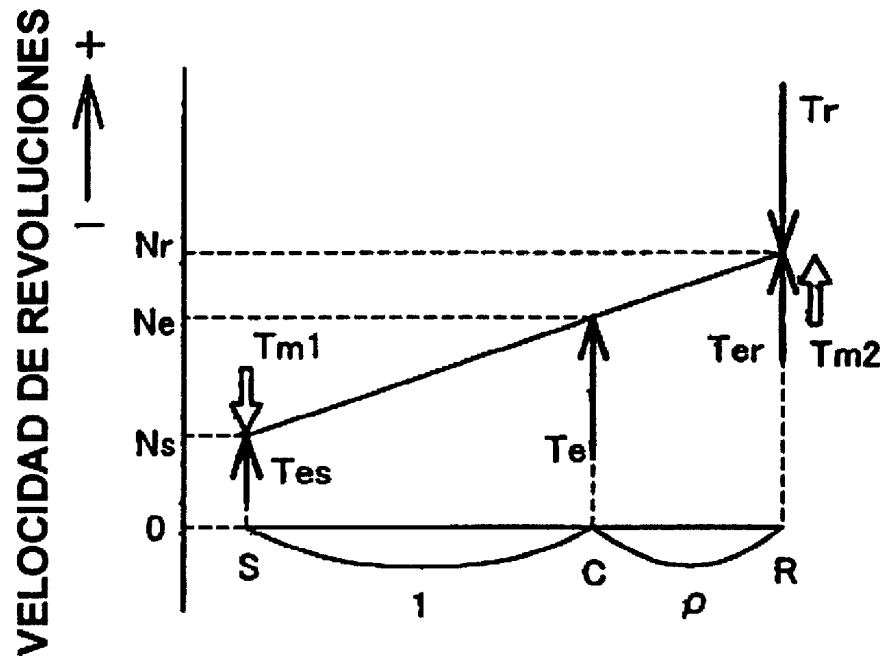


Fig.2(b)

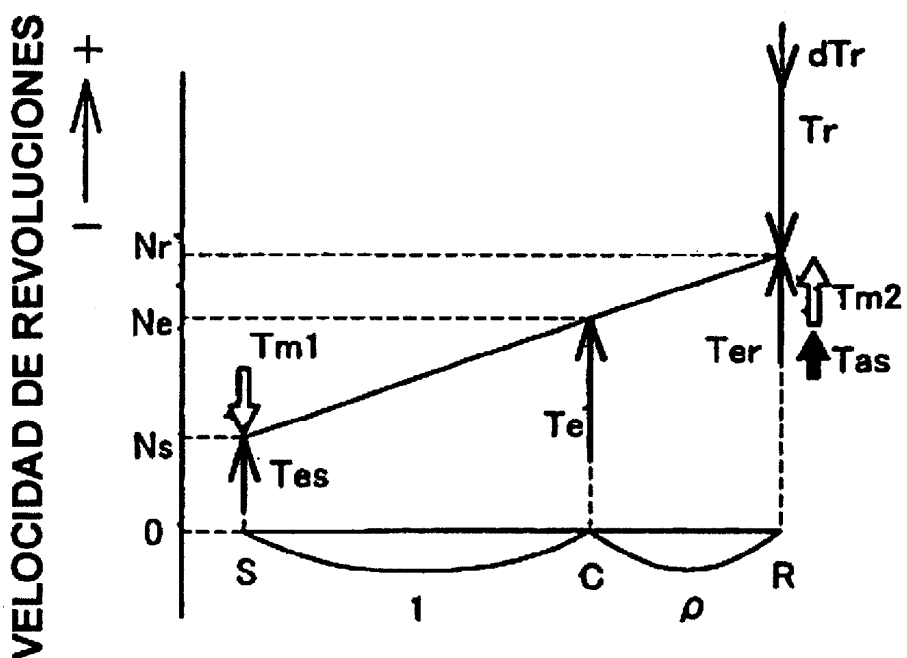




Fig.4

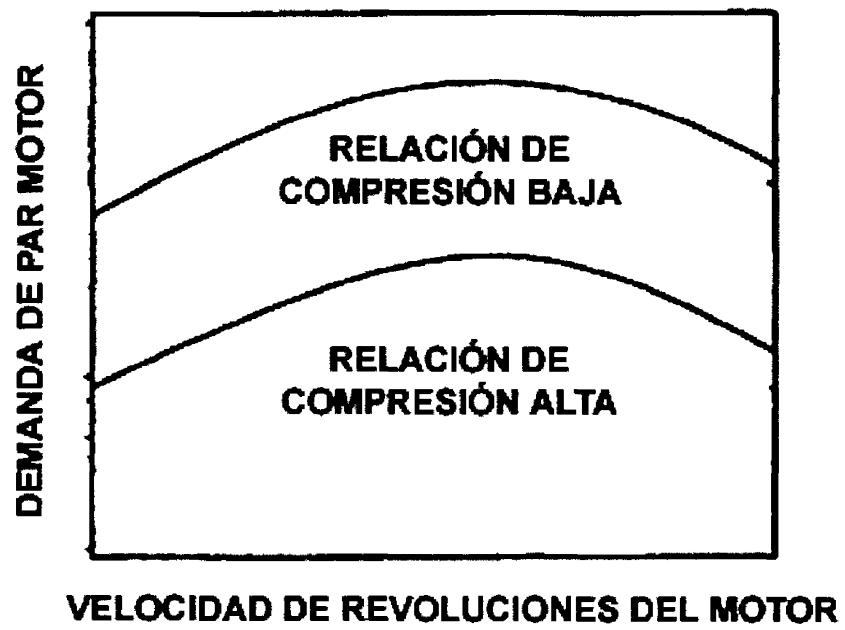


Fig.5

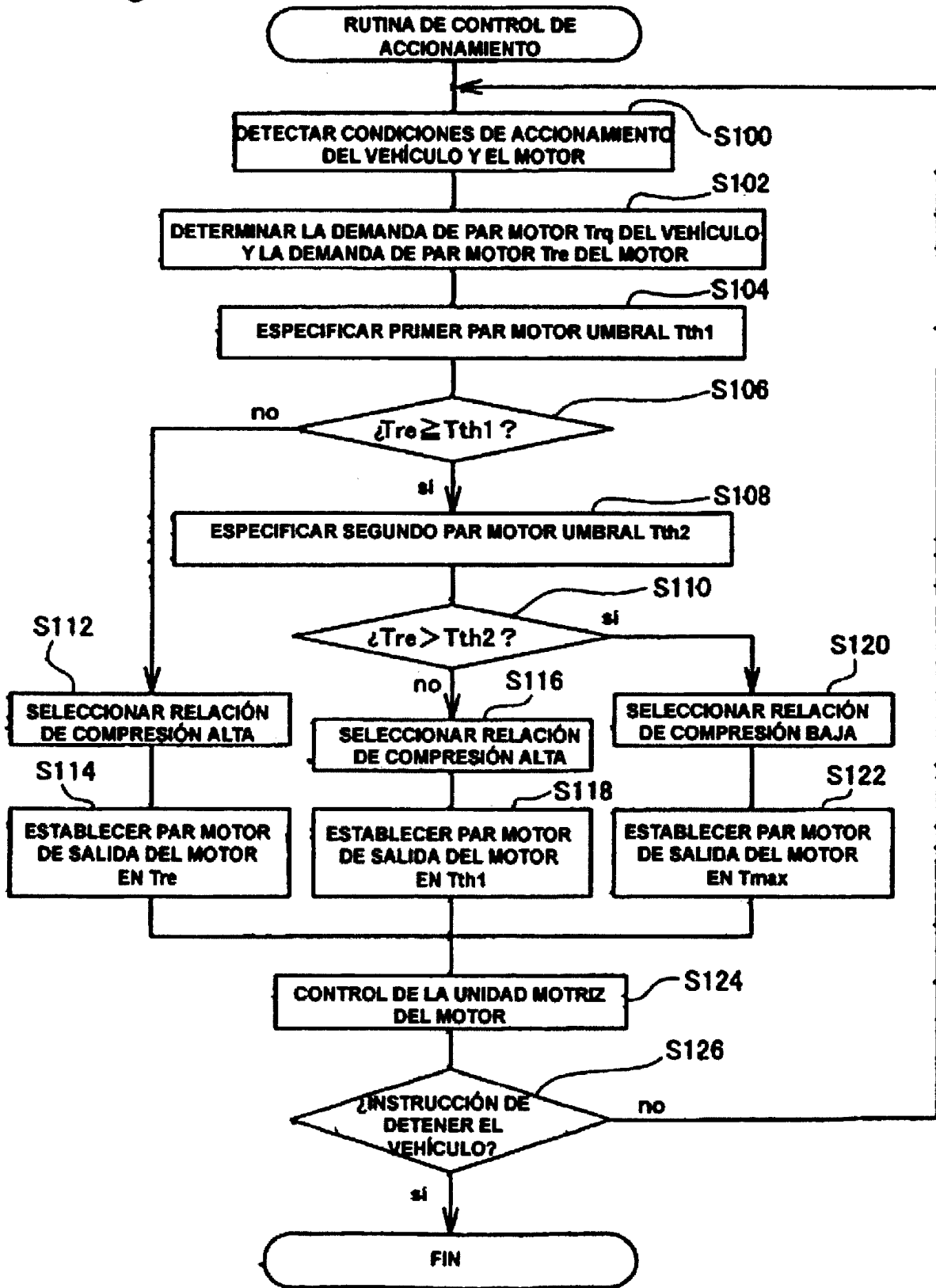


Fig.6

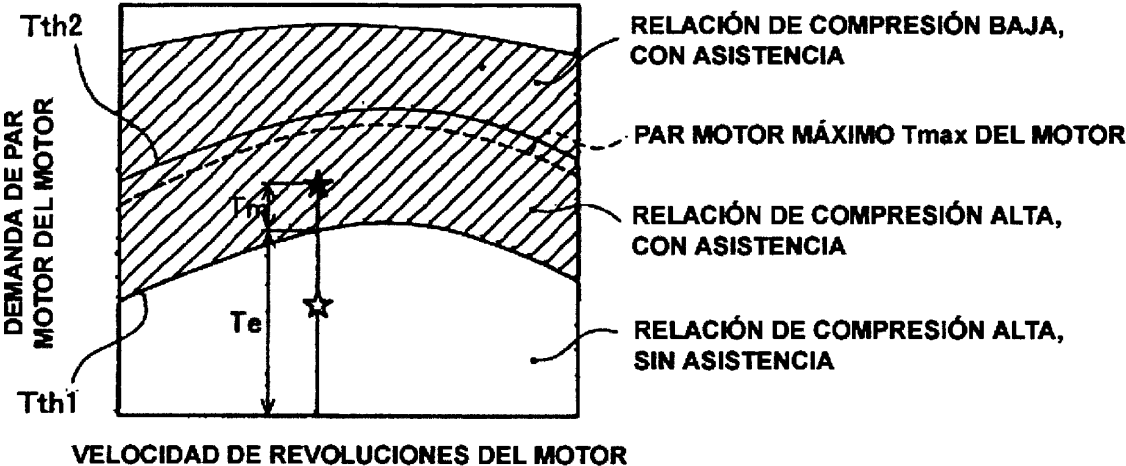


Fig.7

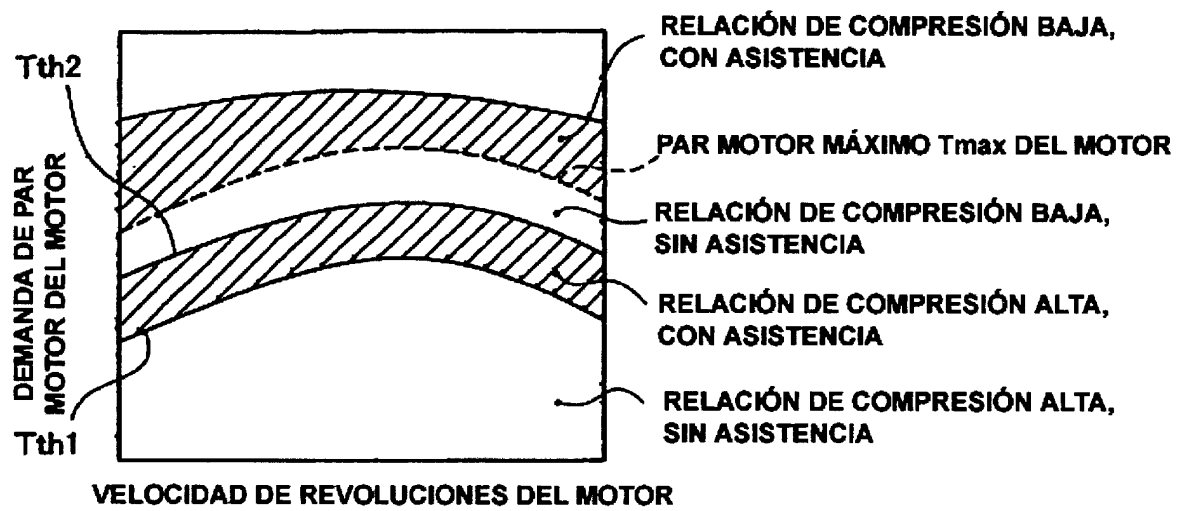


Fig.8

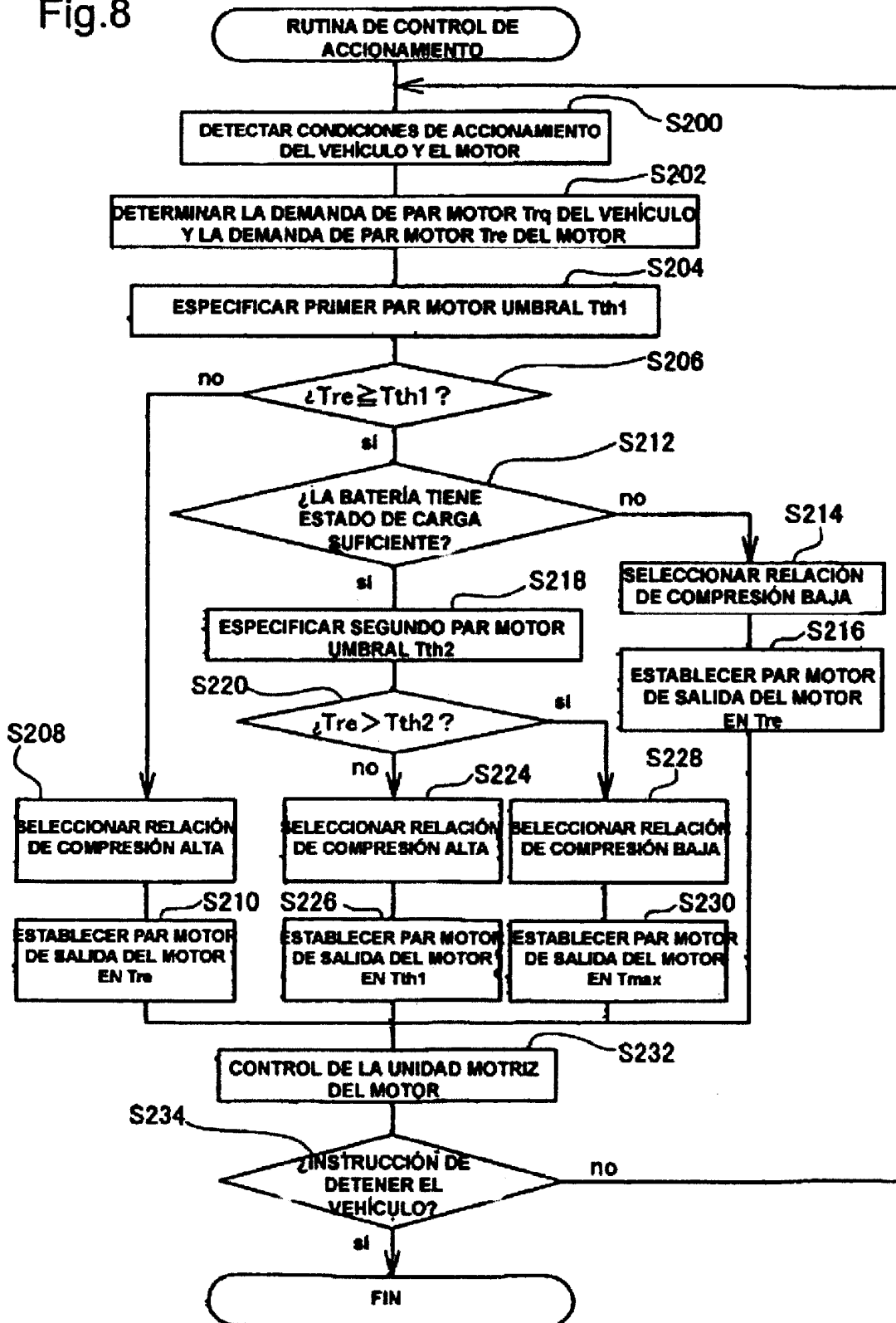


Fig.9

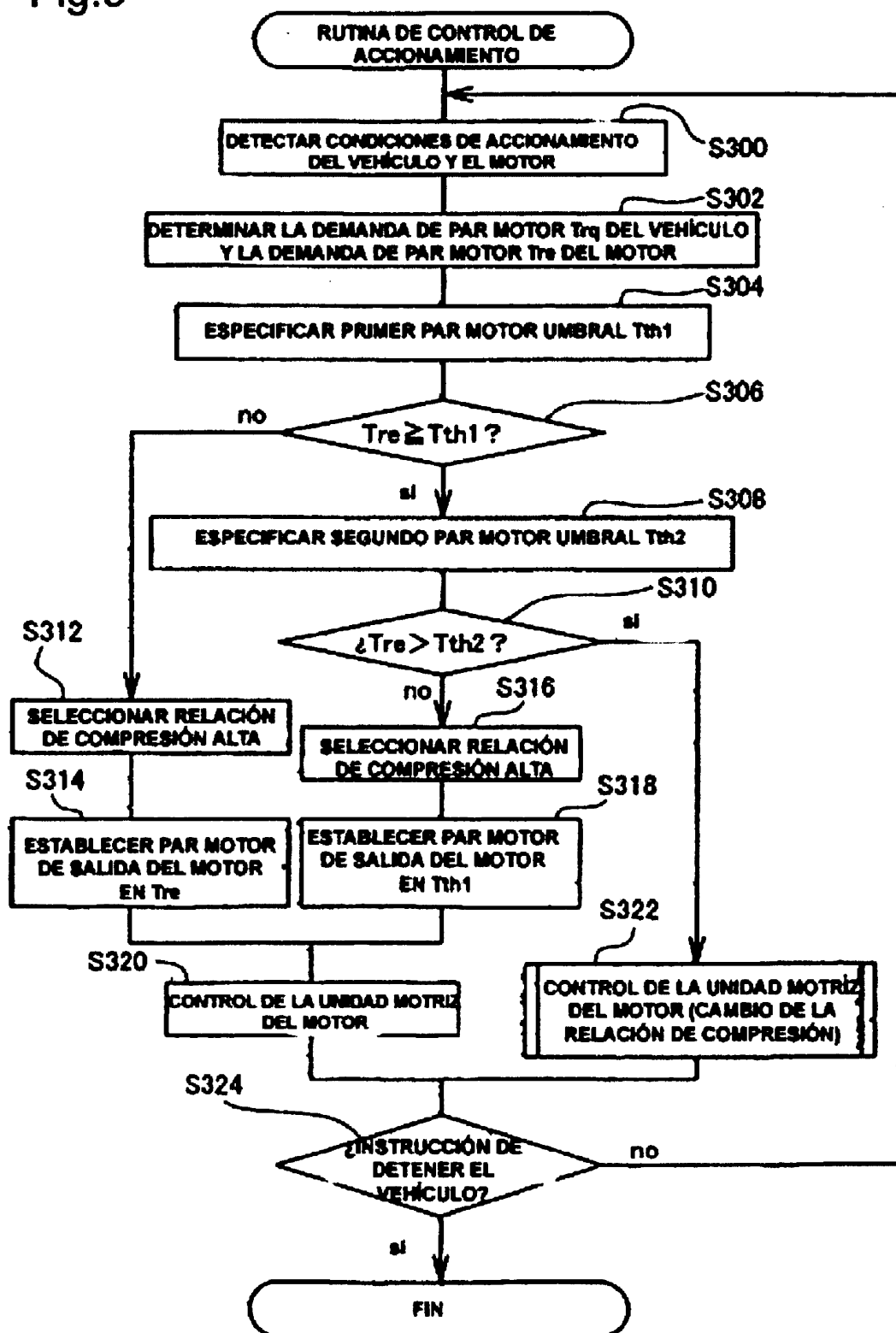


Fig.10

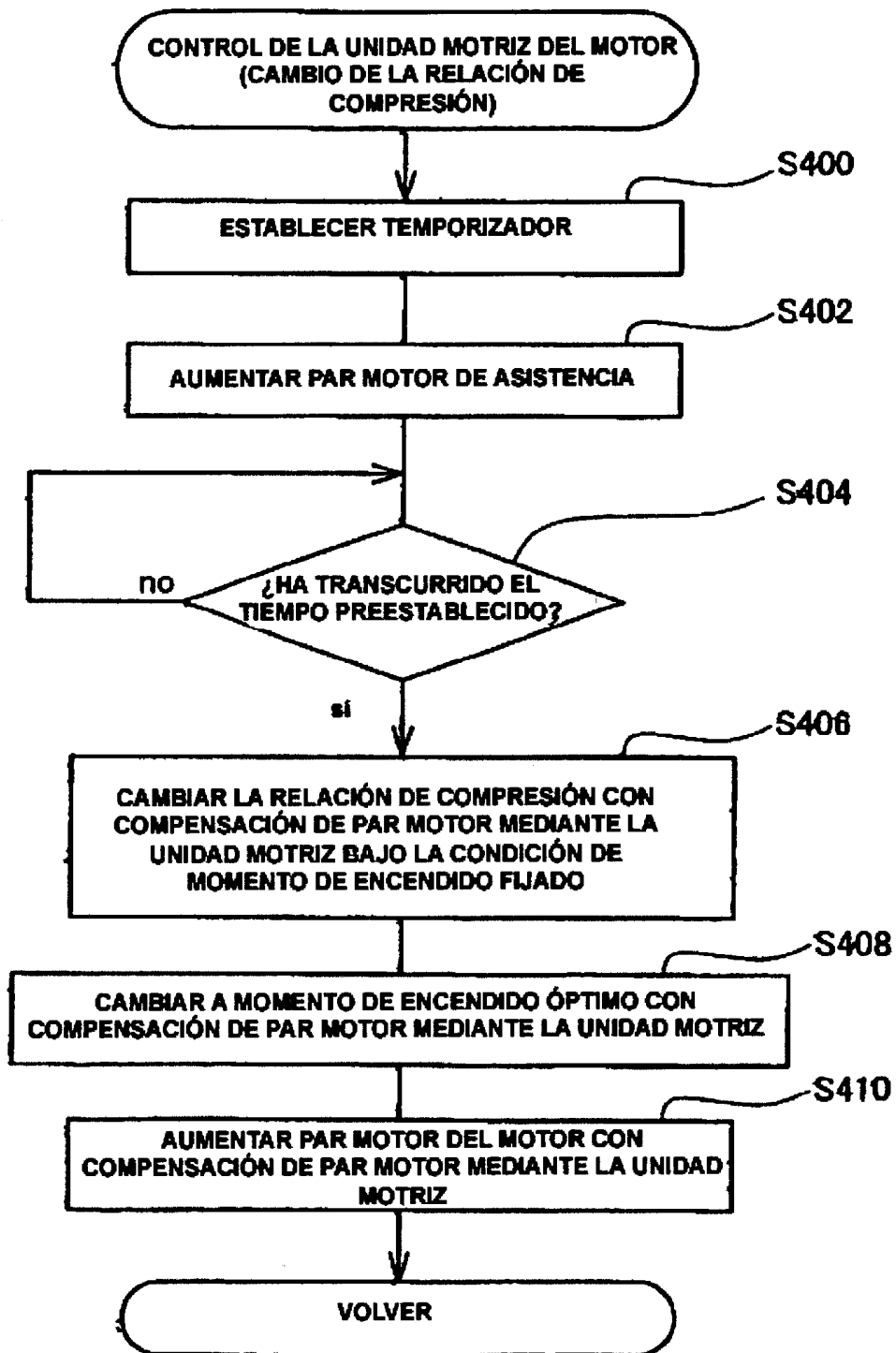


Fig.11

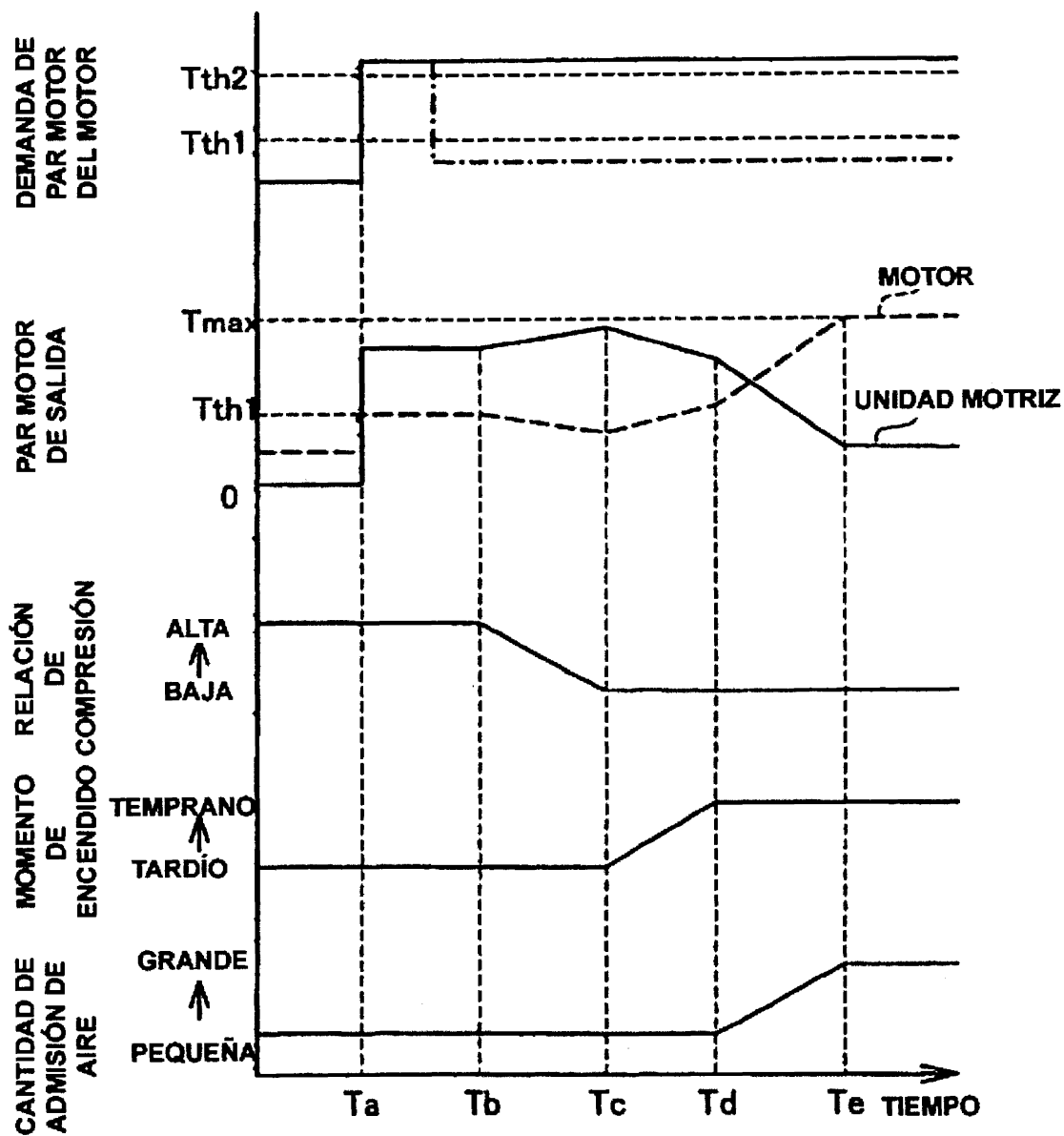


Fig.12

