



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 318 561**

(51) Int. Cl.:

**F02D 41/30** (2006.01)

**F02M 69/00** (2006.01)

**F02D 41/38** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05803191 .5**

(96) Fecha de presentación : **08.11.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1809882**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **25.07.2007**

(54) Título: **Aparato de control para motor de combustión interna.**

(30) Prioridad: **11.11.2004 JP 2004-328111**

(73) Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA**  
**1, Toyota-cho**  
**Toyota-shi, Aichi-ken 471-8571, JP**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2009**

(72) Inventor/es: **Araki, Koji**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2009**

(74) Agente: **Zuazo Araluce, Alexander**

ES 2 318 561 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

Aparato de control para motor de combustión interna.

### 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna que tiene un primer mecanismo de inyección de combustible (un inyector interior de cilindro) que inyecta combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible (un inyector de colector de admisión) que inyecta el combustible en un colector de admisión o un puerto de admisión, y en particular, a una técnica en la que se considera una proporción de inyección de combustible entre los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para determinar un valor de incremento de combustible en un funcionamiento en estado frío.

### Técnica anterior

15 Se conoce un motor de combustión interna que tiene un inyector de colector de admisión para inyectar combustible en un colector de admisión del motor y un inyector interior de cilindro para inyectar el combustible en una cámara de combustión del motor, y configurado para impedir la inyección combustible desde el inyector de colector de admisión cuando la carga de motor es inferior a una carga preestablecida y llevar a cabo la inyección de combustible desde el inyector de colector de admisión cuando la carga de motor es superior a la carga preestablecida.

20 Existe la siguiente técnica relativa a un motor de combustión interna de este tipo. A una temperatura muy baja, la capacidad de arranque se ve afectada debido a la pobre atomización de combustible. Además, a una temperatura muy baja, la viscosidad del aceite lubricante es alta y por tanto se incrementa la fricción y disminuye el número de revoluciones de arranque. Por consiguiente, con una bomba de combustible de alta presión accionada directamente por un motor, no puede incrementarse completamente la presión de combustible. No puede suministrarse la cantidad de combustible requerida al motor sólo con una válvula de inyección de combustible (una válvula de inyección de combustible principal) prevista para inyectar el combustible directamente en una cámara de combustión, y puede verse afectada adicionalmente la capacidad de arranque. Por tanto, se ha realizado una propuesta para proporcionar, además de la válvula de inyección de combustible principal, una única válvula de inyección de combustible auxiliar, denominada válvula de arranque en frío, en una parte de colector aguas arriba de un colector de admisión para inyectar el combustible sólo cuando el motor se arranca a baja temperatura (arranque frío), con el fin de garantizar una cantidad de combustible requerida en arranque frío que no puede garantizarse completamente sólo con la válvula de inyección de combustible principal.

25 30 35 Un aparato de suministro de combustible para un motor de combustión interna de tipo de inyección directa dado a conocer en la patente japonesa abierta a inspección pública nº 10-018884 es un aparato para suministrar combustible, que se suministra desde una bomba de alta presión de tipo accionada por motor, a través de inyección directa en un cilindro a través de medios de suministro de combustible principales. El aparato incluye medios de suministro de combustible auxiliares para complementar el suministro de combustible desde los medios de suministro de combustible principales en una puesta en marcha prescrita, y está caracterizado porque se estima una cantidad de combustible de suministro desde los medios de suministro de combustible auxiliares para corregir una cantidad de combustible de suministro desde los medios de suministro de combustible principales basándose en el resultado de la estimación.

40 45 50 Según el aparato de suministro de combustible para un motor de combustión interna de tipo de inyección directa, cuando es necesario accionar los medios de suministro de combustible auxiliares (por ejemplo, cuando una presión de suministro de combustible a los medios de suministro de combustible principales es inferior a un valor prescrito en arranque frío), se estima una cantidad de combustible de suministro desde los medios de suministro de combustible auxiliares, y puede corregirse una cantidad de combustible de suministro desde los medios de suministro de combustible principales basándose en el resultado. Por consiguiente, la cantidad real de combustible de suministro al motor puede controlarse de manera óptima para coincidir con la cantidad de combustible de suministro requerida para el motor.

55 Sin embargo, para un intervalo compartido por el inyector interior de cilindro y el inyector de colector de admisión para que ambos inyecten el combustible, incluyendo un periodo de transición desde el estado frío hasta un estado caliente, el interior del cilindro y el puerto de admisión incrementan su temperatura a velocidades diferentes, y por tanto el combustible inyectado se deposita sobre la superficie de pared o sobre la superficie superior del pistón en diferentes grados. Por consiguiente, no puede calcularse un valor de incremento de estado frío preciso si se determina sólo usando una temperatura de refrigerante de motor.

60 65 Un aparato de control de inyección de combustible para un motor adicional se conoce del documento US 2004/0007209 A1, Dicho aparato de control de inyección de combustible incluye un controlador. El controlador controla una válvula de inyección de combustible principal y una válvula de inyección de combustible auxiliar. El controlador predice si la presión del combustible a presión disminuye por debajo de un valor admisible, que es inferior a un valor predeterminado, durante un periodo desde un punto en el tiempo después del que la presión del combustible a presión se vuelve superior o igual al valor predeterminado hasta que el combustible inyectado desde la válvula de inyección de combustible auxiliar alcanza el interior de un cilindro del motor. Cuando la presión del combustible a presión es superior a o igual al valor predeterminado, y se predice que la presión del combustible a presión no dismi-

# ES 2 318 561 T3

nuirá por debajo del valor admisible durante el periodo, el controlador hace que la válvula de inyección de combustible principal empiece a inyectar el combustible a presión.

## Descripción de la invención

5 Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna que tiene mecanismos de inyección de combustible primero y segundo que llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección en un cilindro y un colector de admisión, respectivamente, que puede calcular un valor de variación de combustible preciso en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando los 10 mecanismos de inyección de combustible comparten la inyección del combustible.

La presente invención en un aspecto proporciona un aparato de control para un motor de combustión interna que controla un motor de combustión interna que tiene un primer mecanismo de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible que inyecta el combustible en un 15 colector de admisión. El aparato de control incluye: un controlador que controla los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida para el motor de combustión interna; y un detector que detecta una temperatura del motor de combustión interna. El controlador usa la proporción y la temperatura para calcular un valor de variación de combustible para el motor de combustión interna en un estado frío y aplica el valor de variación de 20 combustible calculado para controlar los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para variar una cantidad de inyección de combustible.

En la presente invención, para un intervalo compartido por el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector interior de cilindro) y el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, 25 un inyector de colector de admisión) para que ambos inyecten el combustible el interior del cilindro y el puerto de admisión incrementan su temperatura a velocidades diferentes. En un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente, debido a esta diferencia de temperatura, se aplica un incremento o una disminución en el combustible en grados diferentes. El controlador considera una proporción entre el combustible inyectado en el cilindro y el inyectado en el puerto de admisión y calcula basándose en la temperatura del motor de combustión 30 interna (por ejemplo, la de un refrigerante de motor) un valor de incremento de combustible o un valor de disminución de combustible (denominados en conjunto valor de variación de combustible) en el estado frío. Por tanto el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que comparten la inyección de combustible en diferentes partes puede tener un valor de variación de combustible preciso en el estado frío. Por tanto puede preverse 35 un aparato de control para un motor de combustión interna que puede calcular un valor de variación de combustible preciso en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando los mecanismos de inyección de combustible comparten la inyección del combustible.

La presente invención en otro aspecto proporciona un aparato de control para un motor de combustión interna que controla un motor de combustión interna que tiene un primer mecanismo de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible que inyecta el combustible en un 40 colector de admisión. El aparato de control incluye: un controlador que controla los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida para el motor de combustión interna; un detector que detecta una temperatura del motor de combustión interna; y un calculador que calcula una cantidad de inyección de referencia 45 inyectada desde dichos mecanismos de inyección de combustible primero y segundo. El controlador usa dicha proporción y dicha temperatura para calcular un valor de variación de combustible para el motor de combustión interna en un estado frío y aplica el valor de variación de combustible calculado y la cantidad de inyección de referencia para controlar los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para variar una cantidad de inyección de combustible.

50 En la presente invención, para un intervalo compartido por el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector interior de cilindro) y el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector de colector de admisión) para que ambos inyecten el combustible el interior del cilindro y el puerto de admisión incrementan su temperatura a velocidades diferentes. En un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío 55 hasta un estado caliente, debido a esta diferencia de temperatura, se aplica un incremento o una disminución de combustible en grados diferentes. El controlador considera una proporción entre el combustible inyectado en el cilindro y el inyectado en el puerto de admisión y calcula basándose en la temperatura del motor de combustión interna (por ejemplo, la de un refrigerante de motor) un valor de variación de combustible en el estado frío. Este valor de variación de combustible y una cantidad de inyección de referencia calculada basándose en el estado de funcionamiento del 60 motor de combustión interna se usan para variar una cantidad de inyección de combustible. Por tanto el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que comparten la inyección de combustible en diferentes partes puede conseguir una cantidad de inyección de combustible en el estado frío variada de manera precisa. Por tanto puede preverse un aparato de control para un motor de combustión interna que puede calcular un valor de variación de combustible preciso en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado 65 caliente cuando los mecanismos de inyección de combustible comparten la inyección del combustible, de modo que la cantidad de inyección de combustible se varía respecto la cantidad de inyección de referencia.

## ES 2 318 561 T3

La presente invención en todavía otro aspecto proporciona un aparato de control para un motor de combustión interna que controla un motor de combustión interna que tiene un primer mecanismo de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible que inyecta el combustible en un colector de admisión. El aparato de control incluye: un controlador que controla los mecanismos de inyección de

- 5 combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida para el motor de combustión interna; y un detector que detecta una temperatura del motor de combustión interna. El controlador usa la proporción y la temperatura para calcular un valor de incremento de combustible para el motor de combustión interna en un estado frío y aplica el valor de incremento de combustible calculado para controlar los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para variar  
10 una cantidad de inyección de combustible.

En la presente invención, para un intervalo compartido por el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector interior de cilindro) y el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector de colector de admisión) para que ambos inyecten el combustible el interior del cilindro y el puerto de  
15 admisión incrementan su temperatura a velocidades diferentes. En un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente, debido a esta diferencia de temperatura, se aplica un incremento de combustible en grados diferentes. El controlador considera una proporción entre el combustible inyectado en el cilindro y el inyectado en el puerto de admisión y calcula basándose en la temperatura del motor de combustión interna (por ejemplo, la de un refrigerante de motor) un valor de incremento de combustible en el estado frío. Por tanto el motor de combustión  
20 interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que comparten la inyección de combustible en diferentes partes puede tener un valor de incremento de combustible preciso en el estado frío. Por tanto puede preverse un aparato de control para un motor de combustión interna que puede calcular un valor de incremento de combustible preciso en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando los mecanismos de inyección de combustible comparten la inyección el combustible.

25 La presente invención en todavía otro aspecto proporciona un aparato de control para un motor de combustión interna que controla un motor de combustión interna que tiene un primer mecanismo de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible que inyecta el combustible en un colector de admisión. El aparato de control incluye: un controlador que controla los mecanismos de inyección de  
30 combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida para el motor de combustión interna; un detector que detecta una temperatura del motor de combustión interna; y un calculador que calcula una cantidad de inyección de referencia inyectada desde dichos mecanismos de inyección de combustible primero y segundo. El controlador usa la proporción y la temperatura para calcular un valor de incremento de combustible para el motor de combustión interna en un estado  
35 frío y aplica el valor de incremento de combustible calculado y la cantidad de inyección de referencia para controlar los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo para variar una cantidad de inyección de combustible.

40 En la presente invención, para un intervalo compartido por el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector interior de cilindro) y el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector de colector de admisión) para que ambos inyecten el combustible el interior del cilindro y el puerto de admisión incrementan su temperatura a velocidades diferentes. En un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente, debido a esta diferencia de temperatura, se aplica un incremento de combustible en grados diferentes. El controlador considera una proporción entre el combustible inyectado en el cilindro y el inyectado en el puerto de admisión y calcula basándose en la temperatura del motor de combustión interna (por ejemplo, la de un refrigerante de motor) un valor de incremento de combustible en el estado frío. Este valor de incremento de combustible y una cantidad de inyección de referencia calculados basándose en el estado de funcionamiento del motor de combustión interna se usan para variar una cantidad de inyección de combustible. Por tanto el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que comparten la inyección de combustible en diferentes partes puede tener una cantidad de inyección de combustible en el estado frío variada de manera precisa.  
45 50 Por tanto puede preverse un aparato de control para un motor de combustión interna que puede calcular un valor preciso de incremento de combustible en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando los mecanismos de inyección de combustible comparten la inyección el combustible, de modo que la cantidad de inyección de combustible se varía respecto a la cantidad de inyección de referencia.

55 Preferiblemente el controlador calcula el valor de incremento de combustible que va a disminuirse cuando el primer mecanismo de inyección de combustible se incrementa en la proporción.

Según la presente invención, como primer mecanismo de inyección de combustible existe un inyector interior de cilindro que inyecta combustible en un cilindro, y la temperatura interna del cilindro es más elevada que la temperatura del puerto de admisión. Como tal, si el inyector interior de cilindro inyecta el combustible en proporciones más elevadas, no es necesario introducir un valor de incremento de combustible significativo. A pesar de un valor de incremento de combustible pequeño, puede conseguirse la combustión según se desea.

60 Aún más preferiblemente el controlador calcula el valor de incremento de combustible que va a incrementarse cuando el segundo mecanismo de inyección de combustible se incrementa en la proporción.

Según la presente invención, como segundo mecanismo de inyección de combustible existe un inyector de colector de admisión que inyecta combustible en un colector de admisión, y la temperatura del puerto de admisión es inferior

# ES 2 318 561 T3

a la temperatura interna del cilindro. Como tal, si el inyector de colector de admisión inyecta el combustible en proporciones más elevadas, puede introducirse un valor de incremento de combustible significativo para conseguir la combustión según se desea.

5 Aún más preferiblemente el controlador calcula el valor de incremento de combustible que va a disminuirse cuando se incrementa la temperatura.

Según la presente invención temperaturas más elevadas en el motor de combustión interna ayudan al combustible a atomizarse. Como tal, no se requiere un valor de incremento de combustible grande y a pesar de un pequeño valor  
10 de incremento de combustible puede lograrse la combustión según se desea.

Aún más preferiblemente el controlador calcula el valor de incremento de combustible que va a incrementarse cuando la temperatura disminuye.

15 Según la presente invención temperaturas inferiores en el motor de combustión interna impiden que el combustible se atomice. Por consiguiente, se introduce un valor de incremento de combustible grande de modo que puede conseguirse la combustión según se desea.

20 Aún más preferiblemente el primer mecanismo de inyección de combustible es un inyector interior de cilindro y el segundo mecanismo de inyección de combustible es un inyector de colector de admisión.

Según la presente invención puede preverse un aparato de control que puede calcular un valor de incremento de combustible preciso para un motor de combustión interna que tiene previstos por separado mecanismos de inyección de combustible primero y segundo implementados por un inyector interior de cilindro y un inyector de colector de  
25 admisión para compartir la inyección de combustible cuando comparten la inyección del combustible en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente.

## Breve descripción de los dibujos

30 La figura 1 es un diagrama de configuración esquemático de un sistema de motor controlado por un aparato de control según una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo indicativo de una estructura de control de un programa ejecutado por una ECU  
35 de motor que implementa el aparato de control según la primera realización de la presente invención.

La figura 3 muestra la relación entre una temperatura de refrigerante de motor y un valor de incremento de estado frío en inyección compartida.

40 La figura 4 es un diagrama de flujo indicativo de una estructura de control de un programa ejecutado por una ECU de motor que implementa el aparato de control según una segunda realización de la presente invención.

La figura 5 muestra la relación entre una temperatura de refrigerante de motor y un valor de incremento de estado frío cuando se lleva a cabo la inyección de combustible sólo por un inyector de colector de admisión.

45 La figura 6 muestra la relación entre una temperatura de refrigerante de motor y un valor de incremento de estado frío cuando se lleva a cabo la inyección de combustible sólo por un inyector interior de cilindro.

Las figuras 7 y 9 muestran un mapa de proporción de ID para un estado caliente de un motor al que se ha aplicado  
50 adecuadamente el presente aparato de control.

Las figuras 8 y 10 muestran un mapa de proporción de ID para un estado frío de un motor al que el presente aparato de control se ha aplicado adecuadamente.

## 55 Mejores modos de llevar a cabo la invención

En adelante se hará referencia a los dibujos para describir la presente invención en realizaciones. En la siguiente descripción se indican componentes idénticos de manera idéntica. También son idénticos su nombre y su función.

60 Por tanto, no se repetirá la descripción detallada de los mismos. Obsérvese que aunque la siguiente descripción se proporciona exclusivamente en conjunto con un incremento de combustible en un estado frío, la presente invención no se limita a un incremento de este tipo. La presente invención incluye incrementar una vez combustible y a continuación disminuir el combustible y disminuir a partir de una cantidad de inyección de referencia.

65 Primera realización

La figura 1 es un diagrama de configuración esquemático de un sistema de motor que se controla mediante una ECU de motor (*Electronic Control Unit*, unidad de control electrónico) que implementa el aparato de control para un

# ES 2 318 561 T3

motor de combustión interna según una realización de la presente invención. En la figura 1, se muestra un motor de gasolina de 4 cilindros en línea, aunque la aplicación de la presente invención no está restringida a un motor de este tipo.

5 Tal como se muestra en la figura 1, el motor 10 incluye cuatro cilindros 112, cada uno conectado a través de un colector 20 de admisión correspondiente a un depósito 30 de equilibrio común. El depósito 30 de equilibrio está conectado a través de un conducto 40 de admisión a un filtro 50 de aire. Un contador 42 de flujo de aire está dispuesto en el conducto 40 de admisión, y también está dispuesta una válvula 70 de regulación accionada por un motor 60 eléctrico en el conducto 40 de admisión. El grado de apertura de la válvula 70 de regulación se controla basándose en  
10 una señal de salida de una ECU 300 de motor, independientemente de un pedal 100 de acelerador. Cada cilindro 112 está conectado a un colector 80 de escape común, que está conectado a un conversor 90 catalítico de tres vías.

Cada cilindro 112 está dotado de un inyector 110 interior de cilindro para inyectar combustible en el cilindro y un inyector 120 de colector de admisión para inyectar combustible en un puerto de admisión o/y un colector de admisión.  
15 Los inyectores 110 y 120 se controlan basándose en señales de salida desde la ECU 300 de motor. Además, el inyector 110 interior de cilindro de cada cilindro está conectado a una tubería 130 de suministro de combustible común. La tubería 130 de suministro de combustible está conectada a una bomba 150 de combustible de alta presión de tipo accionada por motor, a través de una válvula 140 de retención que permite un flujo en la dirección hacia la tubería 130 de suministro de combustible. En la presente realización, se explica un motor de combustión interna que tiene dos  
20 inyectores previstos por separado, aunque la presente invención no está restringida a un motor de combustión interna de este tipo. Por ejemplo, el motor de combustión interna puede tener un inyector que puede producir tanto inyección en el interior del cilindro como inyección en el colector de admisión.

Tal como se muestra en la figura 1, el lado de descarga de la bomba 150 de combustible de alta presión está conectado a través de una válvula 152 de descarga electromagnética al lado de admisión de la bomba 150 de combustible de alta presión. Al ser más pequeño el grado de apertura de válvula 152 de descarga electromagnética, se incrementa la cantidad del combustible suministrado desde la bomba 150 de combustible de alta presión en la tubería 130 de suministro de combustible. Cuando la válvula 152 de descarga electromagnética está completamente abierta, el suministro de combustible desde la bomba 150 de combustible de alta presión a la tubería 130 de suministro de combustible se detiene. La válvula 152 de descarga electromagnética se controla basándose en una señal de salida de la ECU 300 de motor.  
25

Cada inyector 120 de colector de admisión está conectado a una tubería 160 de suministro de combustible común en un lado de baja presión. La tubería 160 de suministro de combustible y la bomba 150 de combustible de alta presión  
35 están conectadas a través de un regulador 170 de presión de combustible común a una bomba 180 de combustible de baja presión de tipo accionada por motor eléctrico. Además, la bomba 180 de combustible de baja presión está conectada a través de un filtro 190 de combustible a un depósito 200 de combustible. El regulador 170 de presión de combustible está configurado para devolver una parte del combustible descargado desde la bomba 180 de combustible de baja presión de nuevo al depósito 200 de combustible cuando la presión del combustible descargado desde la  
40 bomba 180 de combustible de baja presión es más elevada que una presión de combustible preestablecida. Esto evita que ni la presión del combustible suministrado al inyector 120 de colector de admisión ni la presión del combustible suministrado a la bomba 150 de combustible de alta presión se vuelvan más elevadas que la presión de combustible preestablecida anteriormente descrita.

45 La ECU 300 de motor se implementa con un ordenador digital, e incluye una ROM (*Read Only Memory*, memoria de sólo lectura) 320, una RAM (*Random Access Memory*, memoria de acceso aleatorio) 330, una CPU (*Central Processing Unit*, unidad central de proceso) 340, un puerto 350 de entrada, y un puerto 360 de salida, que están conectados entre sí a través de un bus 310 bidireccional.

50 El contador 42 de flujo de aire genera una tensión de salida que es proporcional a una cantidad de aire de admisión, y la tensión de salida se introduce a través de un conversor 370 A/C en el puerto 350 de entrada. Un sensor 380 de temperatura de refrigerante está unido al motor 10, y genera una tensión de salida proporcional a una temperatura de refrigerante del motor, que se introduce a través de un conversor 390 A/C en el puerto 350 de entrada.

55 Un sensor 400 de presión de combustible está unido a la tubería 130 de suministro de combustible, y genera una tensión de salida proporcional a una presión de combustible dentro de la tubería 130 de suministro de combustible, que se introduce a través de un conversor 410 A/C en el puerto 350 de entrada. Un sensor 420 de proporción aire-combustible está unido a un colector 80 de escape ubicado aguas arriba del conversor 90 catalítico de tres vías. El sensor 420 de proporción aire-combustible genera una tensión de salida proporcional a una concentración de oxígeno  
60 en el gas de escape, que se introduce a través de un conversor 430 A/C en el puerto 350 de entrada.

El sensor 420 de proporción aire-combustible del sistema de motor de la presente realización es un sensor de proporción aire-combustible de intervalo completo (sensor de proporción aire-combustible lineal) que genera una tensión de salida proporcional a la proporción aire-combustible de la mezcla aire-combustible quemada en el motor  
65 10. Como sensor 420 de proporción aire-combustible, puede emplearse un sensor de O<sub>2</sub>, que detecta, en un modo encendido/apagado, si la proporción aire-combustible de la mezcla aire-combustible quemada en el motor 10 es rica o pobre con respecto a una proporción aire-combustible teórica.

## ES 2 318 561 T3

- El pedal 100 de acelerador está conectado con un sensor 440 de posición de pedal de acelerador que genera una tensión de salida proporcional al grado de presión del pedal 100 de acelerador, que se introduce a través de un conversor 450 A/C en el puerto 350 de entrada. Además, un sensor 460 de velocidad de motor que genera un impulso de salida que representa la velocidad del motor está conectado al puerto 350 de entrada. La ROM 320 de la ECU 300 de motor prealmacena, en forma de mapa, valores de cantidad de inyección de combustible que se ajustan en asociación con estados de funcionamiento basándose en el factor de carga de motor y la velocidad del motor obtenida por el sensor 440 de posición de pedal de acelerador y sensor 460 de velocidad de motor anteriormente, y valores de corrección de los mismos ajustados basándose en la temperatura de refrigerante de motor.
- Con referencia al diagrama de flujo de la figura 2, la ECU 300 de motor de la figura 1 ejecuta un programa que tiene una estructura para control, tal como se describe posteriormente en el presente documento.
- En la etapa (en adelante etapa se abrevia como S) 100 la ECU 300 de motor emplea un mapa que va a describirse posteriormente (figuras 7-10) para calcular una proporción de inyección del inyector 110 interior de cilindro (en adelante esta proporción se denomina “proporción r de ID ( $0 \leq r \leq 1$ )”).
- En la S100 la ECU 300 de motor determina si la proporción r de ID es 1, 0, o mayor que 0 y menor que 1. Si la proporción r de ID es 1 ( $r = 1,0$  en S110) el proceso continúa a la S120. Si la proporción r de ID es 0 ( $r = 0$  en S110) el proceso continúa a la S130. Si la proporción r de ID es mayor que 0 y menor que 1 ( $0 < r < 1$  en S110) el proceso continúa a la S140.
- En la S120 la ECU 300 de motor calcula un valor de incremento de combustible en un estado frío cuando sólo el inyector 110 interior de cilindro inyecta combustible. Esto se realiza por ejemplo empleando una función  $f(1)$  para calcular un valor de incremento de estado frío =  $f(1)(THW)$ . Debe observarse que “THW” representa la temperatura de un refrigerante del motor 10 según la detecta el sensor 380 de temperatura de refrigerante.
- En la S130 la ECU 300 de motor calcula un valor de incremento de combustible en un estado frío cuando sólo el inyector 120 de colector de admisión inyecta combustible. Esto se realiza por ejemplo empleando una función  $f(2)$  para calcular un valor de incremento de estado frío =  $f(2)(THW)$ .
- En la S140 la ECU 300 de motor calcula un valor de incremento de combustible en un estado frío cuando los inyectores 110 y 120 interior de cilindro y de colector de admisión llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección. Esto se realiza por ejemplo empleando una función  $f(3)$  para calcular un valor de incremento de estado frío =  $f(3)(THW, r)$ . Debe observarse que “r” representa una proporción de ID. Tal como se muestra en la figura 3, se calcula un valor de incremento de estado frío basándose en la temperatura THW de refrigerante de motor, empleando la proporción r de ID como parámetro. Tal como se muestra en la figura 3, al ser inferior, la temperatura THW de refrigerante de motor, se deposita una mayor cantidad de combustible inyectado en el cilindro sobre la superficie superior del pistón y se deposita una mayor cantidad de combustible inyectado en el puerto de admisión sobre la pared. Por tanto, se ajusta una cantidad  $f(3)(THW, r)$  de corrección de estado frío para ser mayor. A la misma temperatura THW de refrigerante de motor, como la temperatura del puerto de admisión es inferior a la del cilindro, el combustible se deposita en mayor cantidad en el puerto de admisión. Por tanto, se ajusta el valor  $f(3)(THW, r)$  de incremento de estado frío para ser mayor puesto que la proporción r de ID es inferior. Debe observarse que puede invertirse la relación mostrada en la figura 3. Por ejemplo si el rendimiento de un inyector 110 interior de cilindro como un inyector discreto y la de un inyector 120 de colector de admisión como inyector discreto contribuye a una atomización menos suficiente del combustible inyectado a través del inyector 110 interior de cilindro que la del combustible inyectado a través del inyector 120 de colector de admisión para la misma temperatura THW de refrigerante de motor, puede invertirse la relación de la proporción de ID-valor de incremento de estado frío mostrada en la figura 3. Esto sigue siendo cierto para las figuras 5 y 6, que van a describirse posteriormente.
- En la S150, la ECU 300 de motor calcula una cantidad de inyección total. Específicamente, añade un valor de incremento de estado frío a una cantidad de inyección de referencia (inyector 110 interior de cilindro sólo o inyector 120 de colector de admisión sólo) calculada basándose en un estado de funcionamiento del motor 10, para calcular la cantidad de inyección total de combustible inyectado desde cada inyector. En este caso, como la inyección de combustible se lleva a cabo sólo por el inyector 110 interior de cilindro (proporción r de ID = 1,0) o sólo por el inyector de colector de admisión (proporción r de ID = 0), simplemente añadiendo el valor de incremento de estado frío a la cantidad de inyección de referencia respecto a cada inyector, puede calcularse la cantidad de inyección total de cada inyector.
- En la S160, la ECU 300 de motor calcula una cantidad de inyección total. En este caso, la cantidad de inyección total se calcula según lo siguiente, usando, por ejemplo, una función  $g(1)$ : cantidad de inyección total =  $g(1)$ (valor de incremento de estado frío). Por ejemplo, añadiendo un valor de incremento de estado frío (inyector 110 interior de cilindro + inyector 120 de colector de admisión) a una cantidad de inyección de referencia (inyector 110 interior de cilindro + inyector 120 de colector de admisión) calculada basándose en un estado de funcionamiento del motor 10, se calcula una cantidad de inyección total inyectada desde el inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión.
- En la S170, la ECU 300 de motor calcula una cantidad de inyección de cada inyector. En este caso, se calcula una cantidad de inyección de cada inyector según lo siguiente, usando, por ejemplo, una función  $g(2)$ : cantidad de

## ES 2 318 561 T3

inyección de inyector 110 interior de cilindro =  $g(2)(\text{cantidad de inyección total}, r)$  = cantidad de inyección total x r; cantidad de inyección de inyector 120 de colector de admisión = cantidad de inyección total -  $g(2)(\text{cantidad de inyección total}, r)$  = cantidad de inyección total x (1 - r).

5 Basándose en la configuración y el diagrama de flujo tal como se describieron anteriormente, el motor 10 en la presente realización funciona tal como se describe posteriormente en el presente documento. Debe observarse que en la siguiente descripción "si varía la temperatura del refrigerante de motor" y otras expresiones similares indican un periodo de transición desde un estado frío a un estado caliente.

10 En un estado frío, que es hasta que el motor 10 se ha calentado completamente después de arrancarse, se calcula una proporción de inyección (proporción r de ID) basándose en un estado de funcionamiento del motor 10 (S100). Cuando la proporción r de ID es mayor que 0 y menor que 1 (dicho de otro modo, cuando los inyectores 110 y 120 interior de cilindro y de colector de admisión llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección)( $0 < r < 1,0$  en la S110), se calcula un valor de incremento de estado frío usando un mapa (función  $f(3)(THW, r)$ ) mostrado en la 15 figura 3 (S140). En este caso, se considera la proporción r de ID.

Usando el valor de incremento de estado frío calculado, se calcula una cantidad de inyección total (S160). La cantidad de inyección total según se usa en el presente documento es una cantidad de combustible inyectado tanto desde el inyector 110 interior de cilindro como el inyector 120 de colector de admisión. Usando la cantidad de inyección 20 total calculada, se calcula una cantidad de inyección de cada inyector (S170). En este caso, se calculan una cantidad de inyección de combustible de inyector 110 interior de cilindro y una cantidad de inyección de combustible de inyector 120 de colector de admisión. Usando el resultado del cálculo (cantidad de inyección de cada inyector), la ECU 300 de motor hace que el inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión inyecten el combustible prescrito.

25 Por tanto en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando un inyector interior de cilindro y un inyector de colector de admisión llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección, no sólo se usa la temperatura THW del refrigerante del motor sino que también se usa la proporción r de ID para calcular un valor de incremento de estado frío. Si las temperaturas del interior del cilindro y del puerto son diferentes 30 y por tanto tienen en su interior combustible atomizado de manera diferente, puede inyectarse combustible en una cantidad a la que se añade un valor de incremento de estado frío preciso, para producir la combustión del combustible satisfactoriamente.

### Segunda realización

35 A continuación, va a describirse un sistema de motor controlado por una ECU de motor que implementa un aparato de control para un motor de combustión interna de la presente realización. En la presente realización, no se repetirá la descripción de una estructura que es igual a la descrita anteriormente en la primera realización. Por ejemplo, una estructura esquemática del sistema de motor en la presente realización es la misma que la del sistema de motor 40 mostrado en la figura 1. En la presente realización, se ejecutará un programa que es diferente del programa ejecutado por la ECU 300 de motor en la primera realización descrita.

Con referencia al diagrama de flujo de la figura 4, se describe a continuación una estructura de control del programa 45 ejecutado en la ECU 300 de motor. En el diagrama de flujo de la figura 4, se ha asignado el mismo número de etapa a las etapas de proceso que son iguales que en el diagrama de flujo de la figura 2. Los procesos también son los mismos. Por tanto, no se repetirá aquí una descripción detallada de los mismos.

En la S200, la ECU 300 de motor calcula una cantidad Q(Todos) de inyección total de referencia. En este caso, la ECU de motor calcula la cantidad Q(Todos) de inyección total de referencia basándose en un par motor requerido 50 basándose en un grado de apertura, par motor requerido desde la otra ECU y similares.

En la S210, la ECU 300 de motor calcula un valor de incremento de estado frío de cada inyector. En este caso, se calcula según lo siguiente, usando funciones  $f(4)$  y  $f(5)$ :

55 valor  $\Delta Q(P)$  de incremento de estado frío de inyector 120 de colector de admisión =  $f(4)(THW)$

valor  $\Delta Q(D)$  de incremento de estado frío de inyector 110 de interior de cilindro =  $f(5)(THW)$

En este caso, tal como se muestra en las figuras 5 y 6, el valor de incremento de estado frío se calcula basándose 60 en la temperatura THW de refrigerante de motor. la figura 5 muestra el valor  $\Delta Q(P)$  de incremento de estado frío del inyector 120 de colector de admisión, mientras que la figura 6 muestra el valor  $\Delta Q(D)$  de incremento de estado frío del inyector 110 interior de cilindro. Tal como se muestra en las figuras 5 y 6, como la temperatura THW de refrigerante de motor es inferior, una mayor cantidad de combustible inyectado en el cilindro se deposita sobre la superficie superior de pistón y una mayor cantidad de combustible inyectado en el puerto de admisión se deposita sobre la pared. Por 65 tanto se ajustan la cantidad  $f(4)(THW)$  de corrección de estado frío así como la cantidad  $f(5)(THW)$  de corrección de estado frío para ser mayores. Debe observarse que, a la misma temperatura THW de refrigerante de motor, la cantidad  $f(4)(THW)$  de corrección de estado frío > cantidad  $f(5)(THW)$  de corrección de estado frío. Esto indica que el valor  $\Delta Q(P)$  de incremento de estado frío del inyector 120 de colector de admisión mostrado en la figura 5 se ajusta para ser

## ES 2 318 561 T3

mayor que el valor  $\Delta Q(D)$  de incremento de estado frío del inyector 110 interior de cilindro mostrado en la figura 6, puesto que se deposita mayor cantidad de combustible en el puerto de admisión debido a que la temperatura del puerto de admisión es inferior a la temperatura en el cilindro.

5

En la S220, la ECU 300 de motor calcula una cantidad de inyección de cada inyector. En este caso, se calcula según lo siguiente, usando funciones  $g(3)$  y  $g(4)$ :

10 cantidad  $Q(P)$  de inyección del inyector 120 de colector de admisión =  $g(3)(Q(\text{Todos}), r, \Delta Q(P)) = Q(\text{Todos}) x (1-r) + \Delta Q(P)$

cantidad  $Q(D)$  de inyección del inyector 110 interior de cilindro =  $g(4)(Q(\text{Todos}), r, \Delta Q(D)) = Q(\text{Todos}) x r + \Delta Q(D)$

15

Debe observarse que estas ecuaciones pueden expresarse según lo siguiente, empleando  $\Delta Q(P)$  y  $\Delta Q(D)$  como coeficientes de incremento de estado frío:

20 cantidad  $Q(P)$  de inyección del inyector 120 de colector de admisión =  $g(3)(Q(\text{Todos}), r, \Delta Q(P)) = Q(\text{Todos}) x (1-r) x \Delta Q(P)$

cantidad  $Q(D)$  de inyección del inyector 110 interior de cilindro =  $g(4)(Q(\text{Todos}), r, \Delta Q(D)) = Q(\text{Todos}) x r x \Delta Q(D)$

25

A continuación va a describirse un funcionamiento del motor 10 de la presente realización basándose en la estructura y diagrama de flujo descritos anteriormente. No se repetirá la descripción de las operaciones que sean iguales a las de la primera realización.

30

En un estado frío, que es hasta que el motor 10 se ha calentado completamente después de haberse arrancado, se calcula una proporción de inyección (proporción  $r$  de ID) basándose en un estado de funcionamiento del motor 10 (S100). Cuando la proporción  $r$  de ID es mayor que 0 y menor que 1 (dicho de otro modo, cuando los inyectores 110 y 120 interior de cilindro y de colector de admisión llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección)( $0 < r < 1.0$  en S110), se calcula una cantidad  $Q(\text{Todos})$  de inyección total de referencia que es una cantidad de inyección de combustible inyectado de referencia desde ambos inyectores (S200).

35

El valor  $\Delta Q(P)$  de incremento de estado frío del inyector 120 de colector de admisión y el valor  $\Delta Q(D)$  de incremento de estado frío del inyector 110 de interior de cilindro se calculan usando mapas (funciones  $f(4)(\text{THW}), f(5)(\text{THW})$ ) mostradas en las figuras 5 y 6 (S210). Se calcula una cantidad de inyección de cada inyector 120 de colector de admisión e inyector 110 interior de cilindro (S220). En este caso, se considera la proporción  $r$  de ID.

40

Por tanto, en la presente realización también, en un estado frío y un periodo de transición desde el estado frío a un estado caliente cuando un inyector interior de cilindro y un inyector de colector de admisión llevan cuotas, respectivamente, de combustible de inyección, la temperatura THW del refrigerante del motor se usa sólo para calcular un valor de incremento de estado frío para cada inyector, y a continuación se considera la proporción  $r$  de ID para calcular una cantidad de inyección de cada inyector. Por tanto, si las temperaturas del interior del cilindro y del puerto son diferentes y por tanto el combustible se ha atomizado de manera diferente en su interior, puede inyectarse combustible en una cantidad a la que se añade un valor de incremento de estado frío preciso, para producir la combustión del combustible satisfactoriamente.

45

50 *Motor (1) al que se ha aplicado adecuadamente el presente aparato de control*

A continuación va a describirse un motor (1) al que se ha aplicado adecuadamente el aparato de control de la presente realización.

55

Con referencia a las figuras 7 y 8; a continuación van a describirse mapas, indicando cada uno una proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión, identificado como información asociada con un estado de funcionamiento del motor 10. En el presente documento, la proporción de inyección de combustible entre los dos inyectores se expresa también como una proporción de la cantidad del combustible inyectado desde el inyector 110 interior de cilindro respecto a la cantidad total del combustible inyectado, que se denomina la “proporción de inyección de combustible de inyector 110 de interior de cilindro”, o una “proporción ( $r$ ) de ID (inyección directa)”. Los mapas se almacenan en la ROM 320 de la ECU 300 de motor. la figura 7 es el mapa para un estado caliente del motor 10, y la figura 8 es el mapa para un estado frío del motor 10.

60

65 En los mapas ilustrados en las figuras 7 y 8, representando el eje horizontal una velocidad de motor del motor 10 y representando el eje vertical un factor de carga, la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro, o la proporción  $r$  de ID, se expresa en porcentaje.

## ES 2 318 561 T3

Tal como se muestra en las figuras 7 y 8, la proporción r de ID se ajusta para cada intervalo de funcionamiento que se determina mediante la velocidad del motor y el factor de carga del motor 10. “PROPORCIÓN r de ID = 100%” representa el intervalo en el que se lleva a cabo la inyección de combustible usando sólo el inyector 110 interior de cilindro, y “PROPORCIÓN r de ID = 0%” representa el intervalo en el que se lleva a cabo la inyección de combustible usando sólo el inyector 120 de colector de admisión. “PROPORCIÓN r de ID ≠ 0%”, “PROPORCIÓN r de ID ≠ 100%” y “0% < PROPORCIÓN r de ID < 100%” representan cada una el intervalo en el que la inyección de combustible se lleva a cabo usando tanto el inyector 110 interior de cilindro como el inyector 120 de colector de admisión. En general, el inyector 110 interior de cilindro contribuye a un incremento de rendimiento de salida, mientras que el inyector 120 de colector de admisión contribuye a la uniformidad de la mezcla aire-combustible.

Estas dos clases de inyectores que tienen diferentes características se seleccionan apropiadamente dependiendo de la velocidad del motor y del factor de carga del motor 10, de modo que sólo se produce combustión homogénea en el estado de funcionamiento normal del motor (en lugar de estado de funcionamiento anormal tal como un estado de calentamiento de catalizador durante el ralentí).

Además, tal como se muestra en las figuras 7 y 8, la proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión, o, la proporción r de ID, se define individualmente en el mapa para el estado caliente y en el mapa para el estado frío del motor. Los mapas están configurados para indicar diferentes intervalos de control del inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión a medida que la temperatura del motor 10 cambia. Cuando la temperatura del motor 10 detectada es igual a o más elevada que un valor umbral de temperatura predeterminado, se selecciona el mapa para el estado caliente mostrado en la figura 7; si no, se selecciona el mapa para el estado frío mostrado en la figura 8. Uno o ambos del inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión se controlan basándose en el mapa seleccionado y según la velocidad del motor y el factor de carga del motor 10.

A continuación van a describirse la velocidad del motor y el factor de carga del motor 10 ajustados en las figuras 7 y 8. En la figura 7, NE(1) se ajusta de 2500 rpm a 2700 rpm, KL(1) se ajusta del 30% al 50%, y KL(2) se ajusta del 60% al 90%. En la figura 8, NE(3) se ajusta de 2900 rpm a 3100 rpm. Es decir, NE(1) < NE(3). NE(2) en la figura 7 así como KL(3) y KL(4) en la figura 8 también se ajustan apropiadamente.

Cuando se comparan la figura 7 y la figura 8, NE(3) del mapa para el estado frío mostrado en la figura 8 es mayor que NE(1) del mapa para el estado caliente mostrado en la figura 7. Esto muestra que, al ser inferior la temperatura del motor 10, el intervalo de control del inyector 120 del colector de admisión se amplía para incluir el intervalo de velocidad más elevada del motor. Es decir, en el caso en que el motor 10 está frío, es improbable que se acumulen depósitos en el orificio de inyección del inyector 110 interior de cilindro (incluso si el combustible no se inyecta desde el inyector 110 interior de cilindro). Por tanto, el intervalo en el que la inyección de combustible va a llevarse a cabo usando el inyector 120 de colector de admisión puede ampliarse, para mejorar de ese modo la homogeneidad.

Cuando se comparan la figura 7 y la figura 8, “PROPORCIÓN r de ID = 100%” en el intervalo en el que la velocidad de motor del motor 10 es NE(1) o más elevada en el mapa para el estado caliente, y en el intervalo en el que la velocidad del motor es NE(3) o más elevada en el mapa para el estado frío. En cuanto al factor de carga, “PROPORCIÓN r de ID = 100%” en el intervalo en el que el factor de carga es KL(2) o mayor en el mapa para el estado caliente, y en el intervalo en el que el factor de carga es KL(4) o mayor en el mapa para el estado frío. Esto significa que el inyector 110 interior de cilindro se usa sólo en el intervalo de una velocidad alta del motor predeterminada, y en el intervalo de una carga de motor alta predeterminada. Es decir, en el intervalo de velocidad alta o el intervalo de carga alta, aunque la inyección de combustible se lleve a cabo usando sólo el inyector 110 interior de cilindro, la velocidad del motor y la carga del motor 10 son altas, garantizando una cantidad de aire de admisión suficiente, de modo que es fácilmente posible obtener una mezcla aire-combustible homogénea aunque se use sólo el inyector 110 interior de cilindro. De esta manera, el combustible inyectado desde el inyector 110 interior de cilindro se atomiza dentro de la cámara de combustión implicando calor latente de vaporización (o, absorbiendo calor de la cámara de combustión). Por tanto, la temperatura de la mezcla aire-combustible disminuye en el extremo de compresión, por lo que se mejora el rendimiento antidetonación. Además, puesto que la temperatura dentro de la cámara de combustión disminuye, mejora la eficacia de admisión, lo que lleva a una potencia de salida alta.

En el mapa para el estado caliente en la figura 7, también se lleva a cabo la inyección de combustible usando sólo el inyector 110 interior de cilindro cuando el factor de carga es KL(1) o menos. Esto muestra que sólo se usa el inyector 110 interior de cilindro en un intervalo de carga baja predeterminado cuando la temperatura del motor 10 es alta. Cuando el motor 10 está en el estado caliente, es probable que se acumulen depósitos en el orificio de inyección del inyector 110 interior de cilindro. Sin embargo, cuando se lleva a cabo la inyección de combustible usando el inyector 110 interior de cilindro, puede bajarse la temperatura del orificio de inyección, por lo que se evita la acumulación de depósitos. Además, puede evitarse la obstrucción del inyector 110 interior de cilindro mientras se garantiza la mínima cantidad de inyección de combustible del mismo. Por tanto, sólo se usa el inyector 110 interior de cilindro en el intervalo pertinente.

Cuando se comparan la figura 7 y la figura 8, hay un intervalo de “PROPORCIÓN r de ID = 0%” sólo en el mapa para el estado frío en la figura 8. Esto muestra que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 120 de colector de admisión en un intervalo (KL(3) o menos) de carga baja predeterminado cuando la temperatura del motor 10 es baja. Cuando el motor 10 está frío y su carga es baja y la cantidad de aire de admisión es pequeña,

## ES 2 318 561 T3

es improbable que se produzca la atomización del combustible. En un intervalo de este tipo, es difícil garantizar la combustión favorable con la inyección de combustible desde el inyector 110 interior de cilindro. Además, en particular en el intervalo de carga baja y de velocidad baja, no es necesaria una salida alta usando el inyector 110 interior de cilindro. Por consiguiente, la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 120 de colector de admisión, en lugar del inyector 110 interior de cilindro, en el intervalo pertinente.

Además, en un funcionamiento distinto del funcionamiento normal, o, en el estado de calentamiento de catalizador durante el ralentí del motor 10 (estado de funcionamiento anormal), el inyector 110 interior de cilindro se controla para llevar a cabo combustión de carga estratificada. Provocando la combustión de carga estratificada durante el funcionamiento de calentamiento de catalizador, aumenta el calentamiento del catalizador, y se mejora por tanto la emisión de escape.

### *Motor (2) al que se ha aplicado adecuadamente el presente aparato de control*

15 A continuación en el presente documento va a describirse un motor (2) al que se ha aplicado adecuadamente el aparato de control de la presente realización. En la siguiente descripción del motor (2), no se repetirán las configuraciones similares a las del motor (1).

20 Con referencia a las figuras 9 y 10, van a describirse mapas que indican cada uno la proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 interior de cilindro y el inyector 120 de colector de admisión, identificados como información asociada con el estado de funcionamiento del motor 10. Los mapas se almacenan en la ROM 320 de la ECU 300 de motor. La figura 9 es el mapa para el estado caliente del motor 10, y la figura 10 es el mapa para el estado frío del motor 10.

25 Las figuras 9 y 10 difieren de las figuras 7 y 8 en los siguientes puntos. "PROPORCIÓN r de ID = 100%" se mantiene en el intervalo en el que la velocidad de motor del motor es igual a o más elevada que NE(1) en el mapa para el estado caliente, y en el intervalo en el que la velocidad del motor es NE(3) o más elevada en el mapa para el estado frío. Además, excepto en el intervalo de velocidad baja, "PROPORCIÓN r de ID = 100%" se mantiene en el intervalo en el que el factor de carga es KL(2) o mayor en el mapa para el estado caliente, y en el intervalo en el que el factor de carga es KL(4) o superior en el mapa para el estado frío. Esto significa que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 interior de cilindro en el intervalo en el que la velocidad del motor está en un nivel alto predeterminado, y que la inyección de combustible se lleva a cabo a menudo usando sólo el inyector 110 interior de cilindro en el intervalo en el que la carga de motor está en un nivel alto predeterminado. Sin embargo, en el intervalo de velocidad baja y carga alta, la mezcla de una mezcla aire-combustible formada por el combustible inyectado desde el inyector 110 de interior de cilindro es pobre, y tal mezcla aire-combustible no homogénea dentro de la cámara de combustión puede llevar a combustión inestable. Por tanto, la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro se incrementa a medida que la velocidad del motor se incremente donde es improbable que se produzca un problema de este tipo, mientras que la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro disminuye a medida que la carga de motor se incrementa donde es probable que se produzca un problema de este tipo. Estos cambios en la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro, o, la proporción r de ID, se muestran mediante flechas cruzadas en las figuras 9 y 10. De esta manera, puede suprimirse la variación del par motor de salida del motor atribuible a la combustión inestable. Debe observarse que estas medidas son aproximadamente equivalentes a las medidas para disminuir la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro a medida que el estado del motor se mueve hacia el intervalo de velocidad baja, o para incrementar la proporción de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro a medida que el estado del motor se mueve hacia el intervalo de carga baja predeterminado. Además, excepto para el intervalo pertinente (indicado por las flechas cruzadas en las figuras 9 y 10), en el intervalo en el que se lleva a cabo la inyección de combustible usando sólo el inyector 110 interior de cilindro (en el lado de velocidad alta y en el lado de carga baja), una mezcla aire-combustible homogénea se obtiene fácilmente incluso cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 interior de cilindro. En este caso, el combustible inyectado desde el inyector 110 interior de cilindro se atomiza dentro de la cámara de combustión implicando calor latente de vaporización (absorbiendo calor de la cámara de combustión). Por consiguiente, la temperatura de la mezcla aire-combustible disminuye en el lado de compresión, y por tanto, el rendimiento antidetonación mejora. Además, con la disminución de la temperatura de la cámara de combustión, mejora la eficacia de admisión, lo que lleva a una potencia de salida alta.

60 En el motor 10 explicado en conjunto con las figuras 7-10, se consigue la combustión homogénea ajustando la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro en la carrera de admisión, mientras la combustión de carga estratificada se realiza ajustándola en la carrera de compresión. Es decir, cuando se ajusta la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro en la carrera de compresión, puede ubicarse una mezcla rica de aire-combustible localmente en torno a la bujía de encendido, de modo que una mezcla pobre de aire-combustible en la cámara de combustión se enciende globalmente para realizar la combustión de carga estratificada. Aunque la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro se ajuste en la carrera de admisión, la combustión de carga estratificada puede realizarse si es posible proporcionar una mezcla aire-combustible rica localmente en torno a la bujía de encendido.

## ES 2 318 561 T3

Según se usa en el presente documento, la combustión de carga estratificada incluye tanto la combustión de carga estratificada como la semicombustión de carga estratificada. En la semicombustión de carga estratificada, el inyector 120 de colector de admisión inyecta combustible en la carrera de admisión para generar una mezcla aire-combustible homogénea y pobre en toda la cámara de combustión, y a continuación el inyector 110 de interior de cilindro inyecta combustible en la carrera de compresión para generar una mezcla rica aire-combustible en torno a la bujía de encendido, para mejorar el estado de combustión. Tal semicombustión de carga estratificada es preferible en el funcionamiento de calentamiento de catalizador por los siguientes motivos. En el funcionamiento de calentamiento de catalizador, es necesario retardar considerablemente la sincronización de ignición y mantener un estado de combustión favorable (estado de ralentí) para hacer que un gas de combustión a temperatura alta llegue al catalizador. Además, es necesario suministrar una determinada cantidad de combustible. Si la combustión de carga estratificada se emplea para satisfacer estos requisitos, la cantidad del combustible será insuficiente. Si se emplea la combustión homogénea, la cantidad retardada con el fin de mantener la combustión favorable es pequeña en comparación con el caso de combustión de carga estratificada. Por estos motivos, la semicombustión de carga estratificada descrita anteriormente se emplea preferiblemente en el funcionamiento de calentamiento de catalizador, aunque puede emplearse tanto la combustión de carga estratificada como la semicombustión de carga estratificada.

Además, en el motor explicado en conjunto con las figuras 7-10, la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro se ajusta en la carrera de admisión en un intervalo básico correspondiente casi a todo el intervalo (en este caso, el intervalo básico se refiere al intervalo distinto del intervalo en el que se lleva a cabo la semicombustión de carga estratificada con inyección de combustible desde el inyector 120 de colector de admisión en la carrera de admisión e inyección de combustible desde el inyector 110 interior de cilindro en la carrera de compresión, que se lleva a cabo sólo en el estado de calentamiento de catalizador). La sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro, sin embargo, puede ajustarse temporalmente en la carrera de compresión para el fin de estabilizar la combustión, por los siguientes motivos.

Cuando la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro se ajusta en la carrera de compresión, la mezcla aire-combustible se enfriá por el combustible inyectado mientras la temperatura en el cilindro es relativamente alta. Esto mejora el efecto de refrigeración y, por tanto, el rendimiento antidetonación. Además, cuando la sincronización de inyección de combustible del inyector 110 interior de cilindro se ajusta en la carrera de compresión, el tiempo desde la inyección de combustible hasta la ignición es corto, lo que garantiza una fuerte penetración del combustible inyectado, de modo que se incrementa la velocidad de combustión. La mejora del rendimiento antidetonación y el incremento de la velocidad de combustión pueden evitar la variación de la combustión, y por tanto, se mejora la estabilidad de la combustión.

Debe entenderse que las realizaciones dadas a conocer en el presente documento son ilustrativas y no restrictivas en todos los sentidos. El alcance de la presente invención se define por los términos de las reivindicaciones, más que por la descripción anterior, y se pretende que incluya cualquier modificación dentro del alcance y significado equivalente a los términos de las reivindicaciones.

40

45

50

55

60

65

# ES 2 318 561 T3

## REIVINDICACIONES

- 5     1. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna en el que se prevé un conjunto de mecanismos de inyección de combustible constituidos por un primer mecanismo (110) de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro (112) y un segundo mecanismo (120) de inyección de combustible que inyecta el combustible en un colector de admisión para cada dicho cilindro (112), que comprende:
  - 10     un controlador (300) que controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida por dicho motor (10) de combustión interna; y
  - 15     un detector (380) que detecta una temperatura de dicho motor (10) de combustión interna , **caracterizado** porque dicho controlador (300) calcula un valor de variación de combustible para una situación en la que dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo llevan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible en un estado frío de dicho motor (10) de combustión interna, basándose en dicha proporción y dicha temperatura, y controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para variar una cantidad de inyección de combustible basándose en el valor de variación calculado.
- 20     2. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 1, que comprende además un calculador (300) que calcula una cantidad ( $Q(Todos)$ ) de inyección de referencia inyectada desde dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo, en el que
- 25     dicho controlador (300) controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para variar la cantidad de inyección de combustible basándose en dicho valor de variación calculado y dicha cantidad de inyección de referencia.
- 30     3. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna en el que se prevé un conjunto de mecanismos de inyección de combustible constituido por un primer mecanismo (110) de inyección de combustible que inyecta combustible en un cilindro (112) y un segundo mecanismo (120) de inyección de combustible que inyecta el combustible en un colector de admisión para cada dicho cilindro (112), que comprende:
  - 35     un controlador (300) que controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para llevar cuotas, respectivamente, de inyección del combustible en una proporción calculada basándose en una condición requerida por dicho motor (10) de combustión interna; y
  - 40     un detector (380) que detecta una temperatura de dicho motor (10) de combustión interna , **caracterizado** porque dicho controlador (300) calcula un valor de variación de combustible para una situación en la que dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo llevan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible en un estado frío de dicho motor (10) de combustión interna, basándose en dicha temperatura y bajo un efecto de un cambio en dicha proporción, por separado como un valor de cuota de variación de dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible y un valor de cuota de variación de dicho segundo mecanismo (120) de inyección de combustible y controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para variar una cantidad de inyección de combustible basándose en los valores de cuota de variación calculados respectivos.
- 50     4. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 3, que comprende además un calculador (300) que calcula una cantidad ( $Q(Todos)$ ) de inyección de referencia inyectada desde dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo, en el que
- 55     dicho controlador (300) controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para variar la cantidad de inyección de combustible basándose en dichos valores de cuota de variación calculados respectivos y dicha cantidad de inyección de referencia.
- 60     5. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que  
dicho valor de variación de combustible es un valor de incremento de combustible, y dicho controlador (300) calcula dicho valor de incremento de combustible que va a disminuirse cuando dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible se incrementa en dicha proporción.
- 65     6. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que

## ES 2 318 561 T3

dicho valor de variación de combustible es un valor de incremento de combustible, y dicho controlador (300) calcula dicho valor de incremento de combustible que va a incrementarse cuando dicho segundo mecanismo (120) de inyección de combustible se incrementa en dicha proporción.

- 5        7. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que dicho valor de variación de combustible es un valor de incremento de combustible, y dicho controlador (300) calcula dicho valor de incremento de combustible que va a disminuirse cuando se incrementa dicha temperatura.
- 10      8. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que dicho valor de variación de combustible es un valor de incremento de combustible, y dicho controlador (300) calcula dicho valor de incremento de combustible que va a incrementarse cuando dicha temperatura se disminuye.
- 15      9. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en  
el que
- 20      dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible es un inyector interior de cilindro y dicho segundo  
mecanismo (120) de inyección de combustible es un inyector de colector de admisión.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

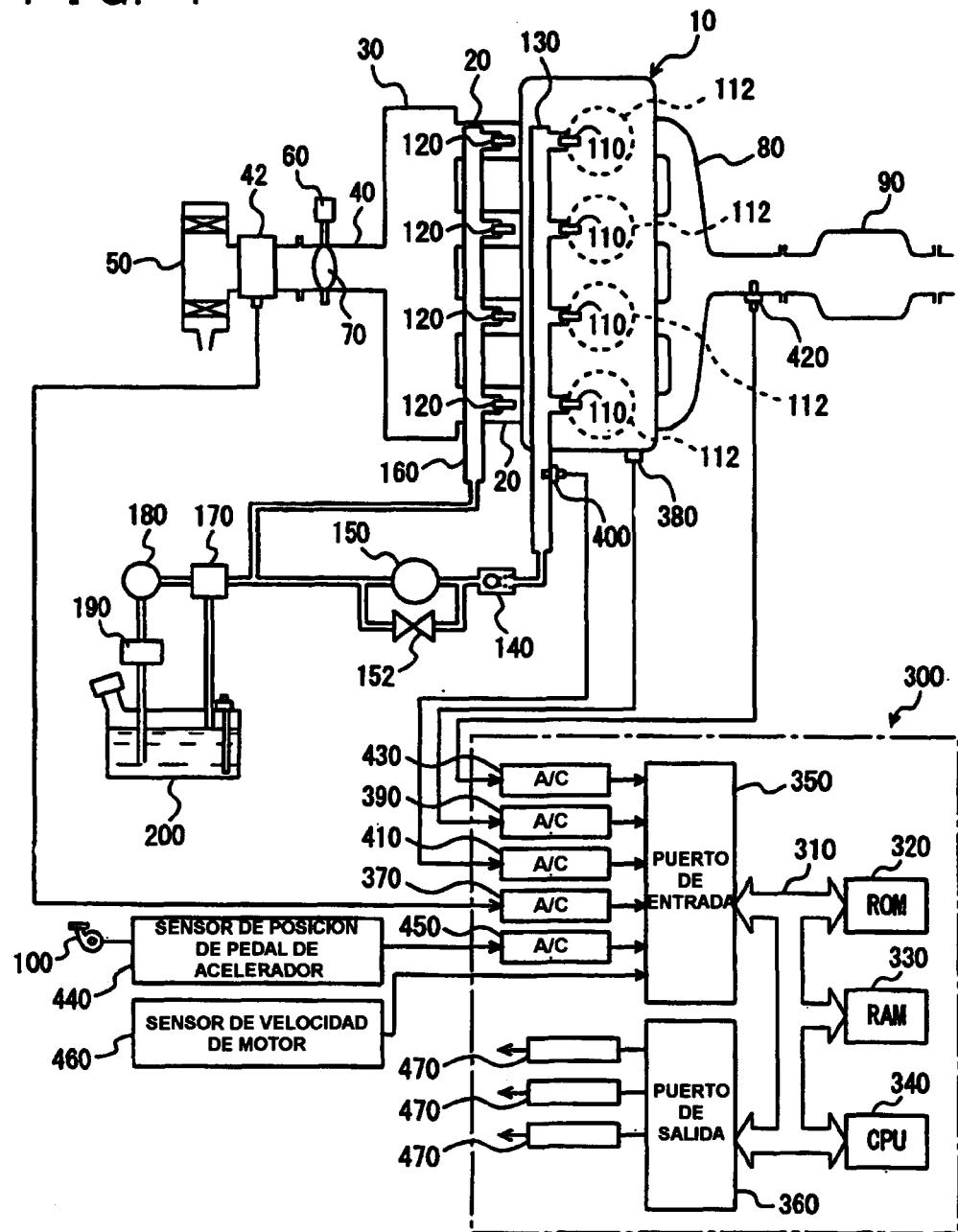
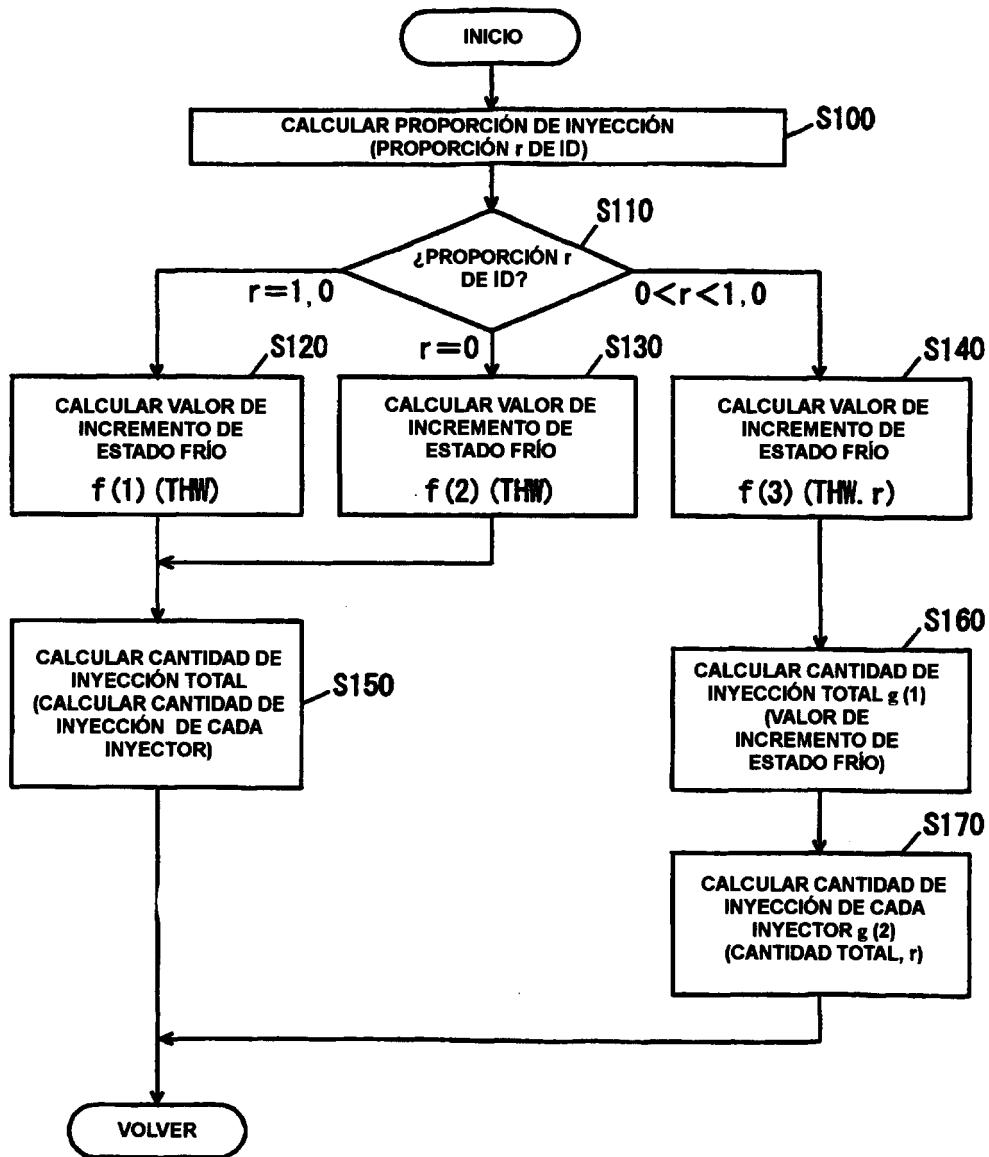


FIG. 2



F I G. 3

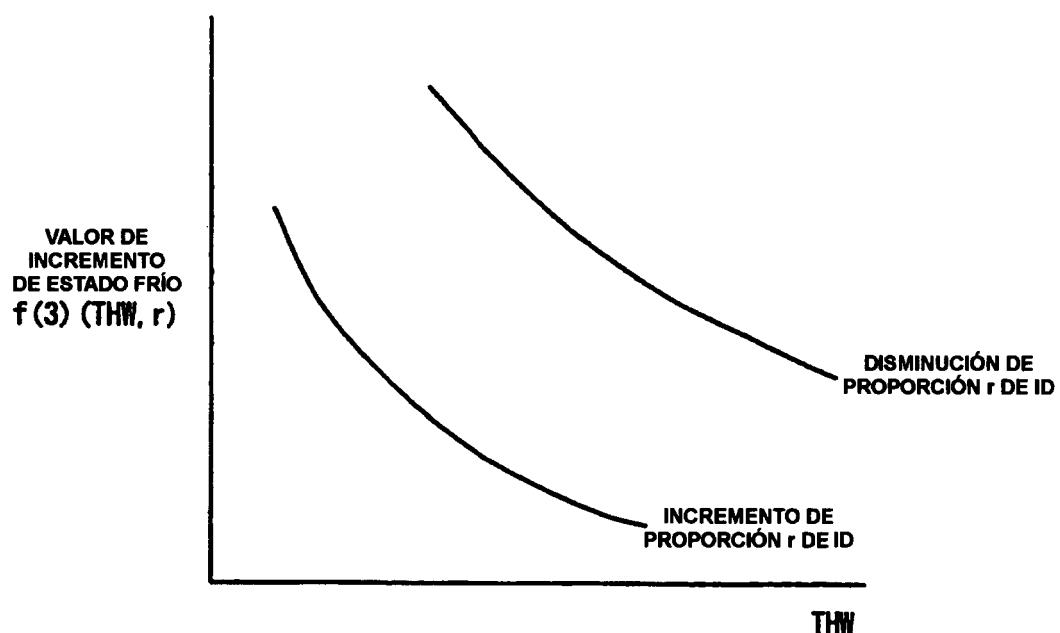


FIG. 4

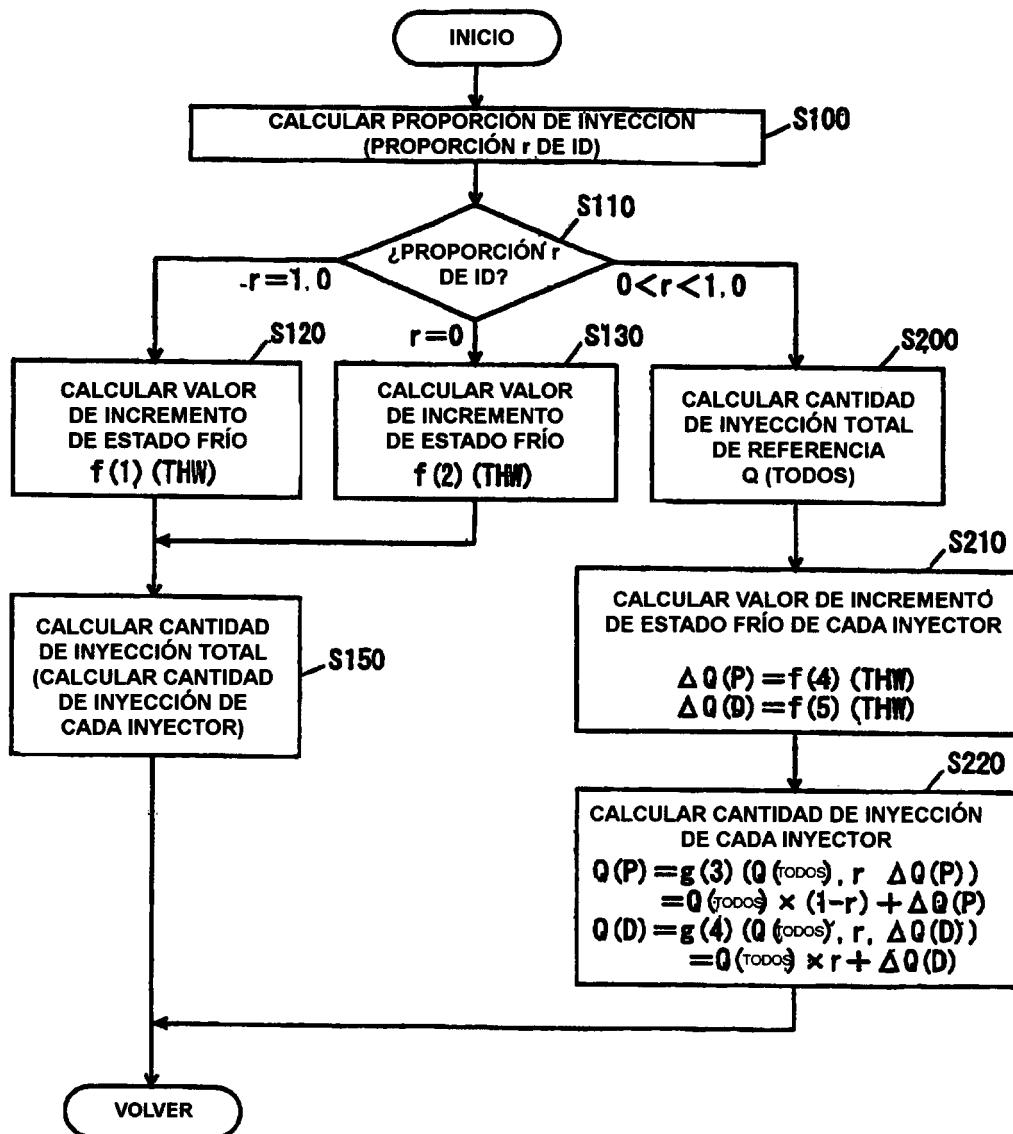


FIG. 5

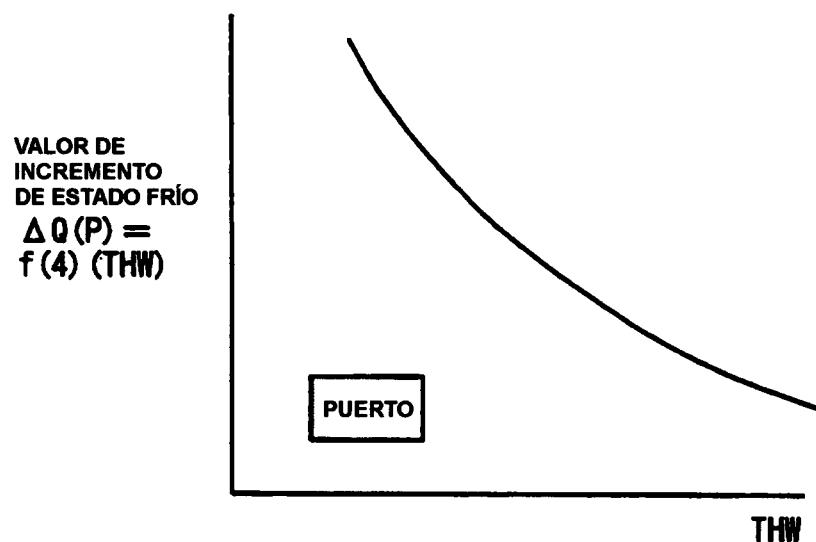


FIG. 6

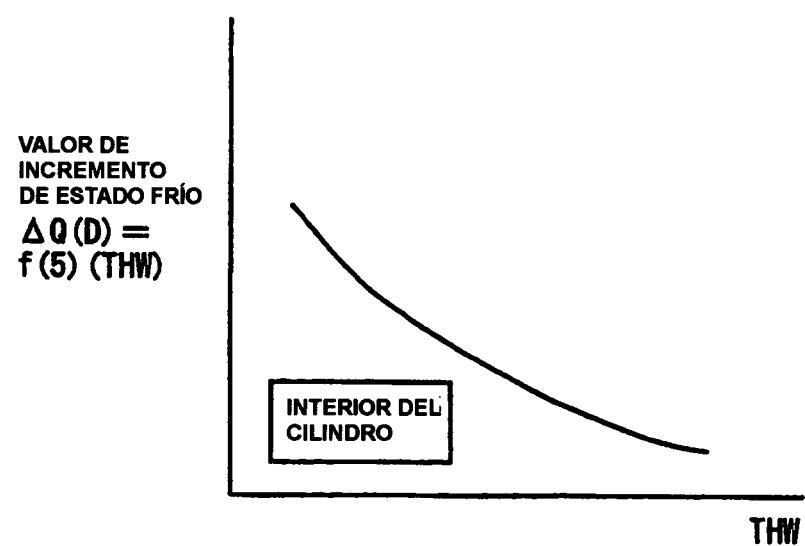


FIG. 7

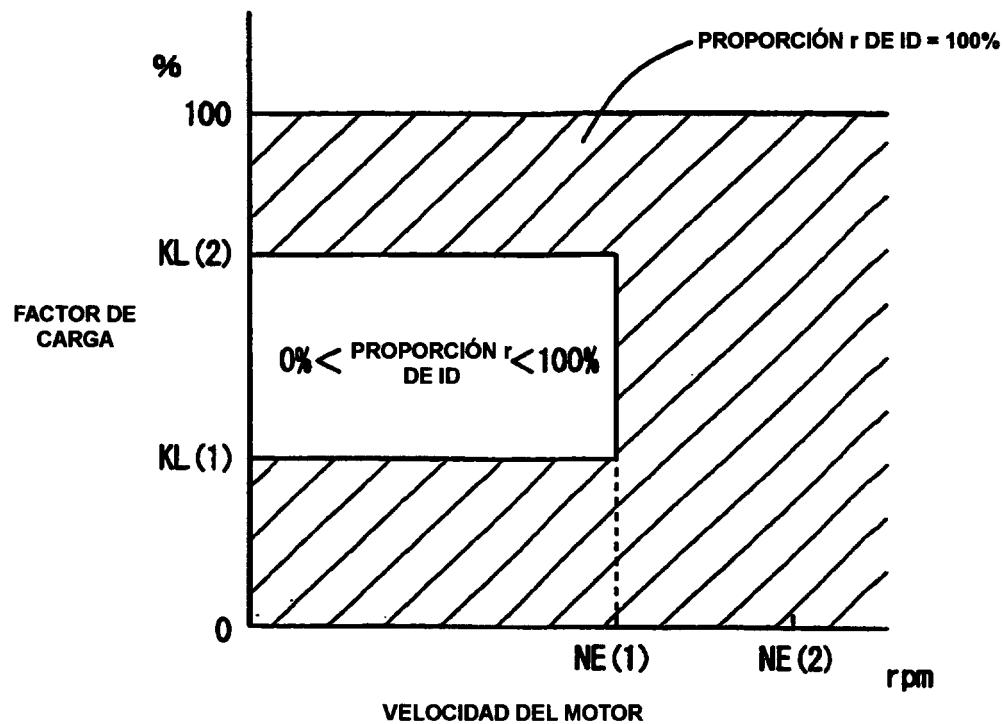
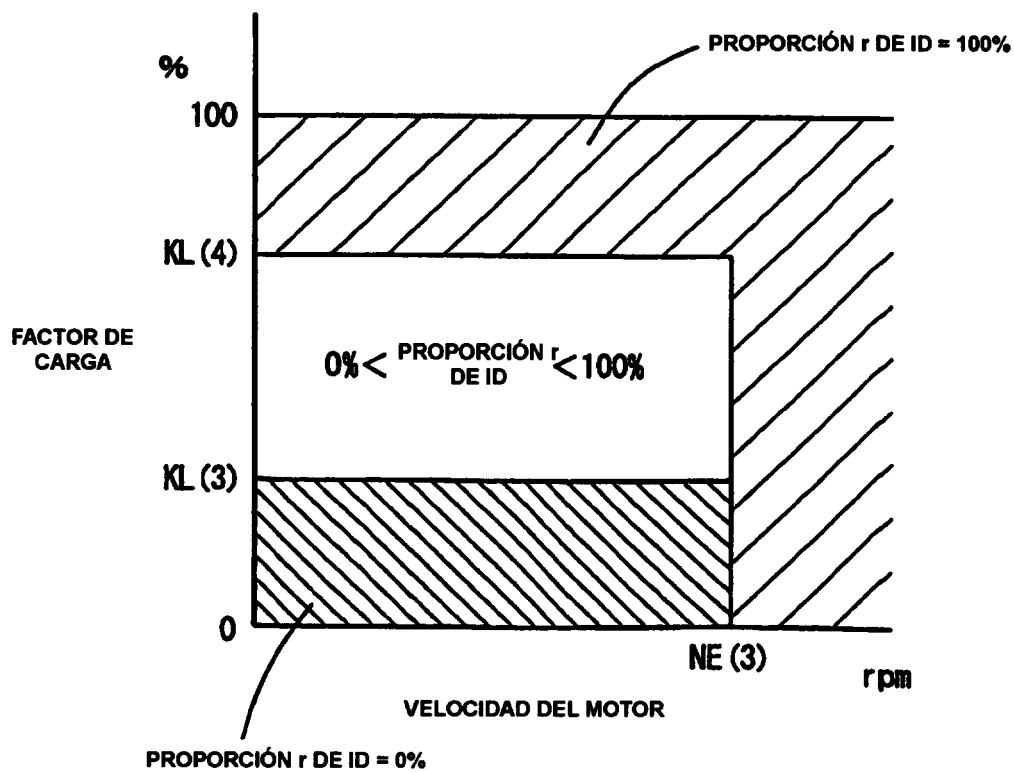
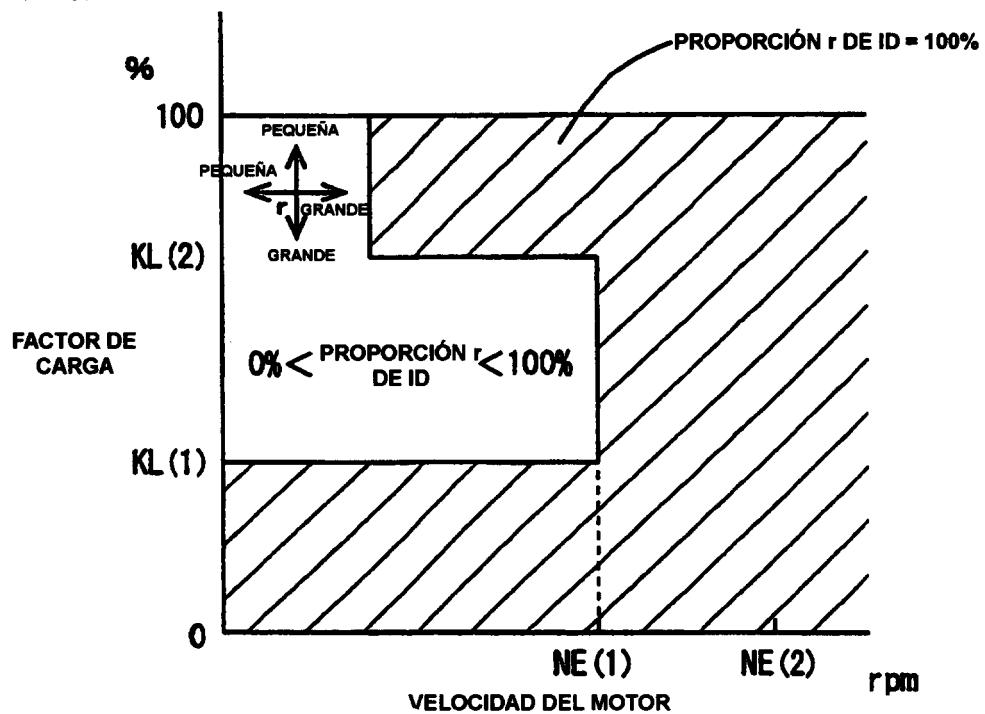


FIG. 8



**F I G. 9**



**F I G. 10**

