



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 099**

51 Int. Cl.:

F02P 5/15 (2006.01)

F02D 37/02 (2006.01)

F02D 41/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06713092 .2**

96 Fecha de presentación : **31.01.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1875069**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

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

30 Prioridad: **18.03.2005 JP 2005-78283**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2010

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

72 Inventor/es: **Nakamura, Naoto**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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 en el cilindro) para inyectar combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible (un inyector en el colector de admisión) para inyectar combustible en un colector de admisión o un orificio de admisión, y se refiere particularmente a una técnica para determinar un momento de encendido con una proporción de inyección de combustible entre los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo considerados.

15 **Antecedentes de la técnica**

Se conoce un motor de combustión interna que tiene un inyector en el colector de admisión que inyecta combustible en un colector de admisión del motor y un inyector en el cilindro que inyecta combustible en una cámara de combustión del motor, y configurado para detener la inyección de combustible desde el inyector en el colector de admisión cuando la carga del motor es inferior a una carga preestablecida y para provocar la inyección de combustible desde el inyector en el colector de admisión cuando la carga del motor es superior a la carga establecida.

En tales motores de combustión interna, se conoce uno configurado para conmutar entre combustión con carga estratificada y combustión homogénea según su estado de funcionamiento. En la combustión con carga estratificada, se inyecta el combustible desde el inyector en el cilindro durante una carrera de compresión para formar una mezcla estratificada de aire-combustible localmente alrededor de una bujía de encendido, para una combustión pobre del combustible. En la combustión homogénea, el combustible se difunde en la cámara de combustión para formar una mezcla homogénea de aire-combustible, para la combustión del combustible.

La patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2001-020837 da a conocer un aparato de control de inyección de combustible para un motor que conmuta entre combustión con carga estratificada y combustión homogénea según un estado de funcionamiento y que tiene una válvula principal de inyección de combustible para inyectar combustible directamente en una cámara de combustión y una válvula secundaria de inyección de combustible para inyectar combustible en un orificio de admisión de cada cilindro. Este aparato de control de inyección de combustible para el motor está caracterizado porque la proporción de inyección de combustible entre la válvula principal de inyección de combustible y la válvula secundaria de inyección de combustible se ajusta de manera variable basándose en un estado de funcionamiento del motor.

Según este aparato de control de inyección de combustible para el motor, la combustión con carga estratificada se lleva a cabo usando sólo la válvula principal de inyección de combustible que inyecta directamente combustible en la cámara de combustión, mientras que la combustión homogénea se lleva a cabo usando tanto la válvula principal de inyección de combustible como la válvula secundaria de inyección de combustible (o usando sólo la válvula secundaria de inyección de combustible en algunos casos). Esto puede mantener pequeña la capacidad de la válvula principal de inyección de combustible, incluso en el caso de un motor de alta potencia. Se mejora la linealidad en la característica duración de inyección/cantidad de inyección de la válvula principal de inyección de combustible en una región de carga baja tal como durante la marcha al ralentí, lo que a su vez mejora la precisión en el control de la cantidad de inyección de combustible. Por consiguiente, es posible mantener una combustión favorable con carga estratificada, y así mejorar la estabilidad del funcionamiento con carga baja tal como en la marcha al ralentí. En la combustión homogénea, se emplean ambas válvulas de inyección de combustible principal y secundaria, de modo que se aprovecha tanto el beneficio de la inyección de combustible directa como el beneficio de la inyección en el orificio de admisión. Por consiguiente, también puede mantenerse una combustión homogénea favorable.

En el aparato de control de inyección de combustible para el motor dado a conocer en la patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2001-020837, la combustión con carga estratificada y la combustión homogénea se emplean dependiendo de las situaciones, lo que complica el control de encendido, el control de inyección y el control de estrangulación, y requiere programas de control correspondientes a las respectivas formas de combustión. Particularmente, tras una conmutación entre las formas de combustión, estos controles requieren cambios considerables, haciendo que sea difícil realizar controles deseables (de eficiencia de combustible, rendimiento de purificación de emisiones) en el momento de transición. Además, en la región de combustión estratificada en la que se lleva a cabo una combustión pobre, no funciona el catalizador de tres vías, en cuyo caso es necesario usar un catalizador de NOx pobre, lo que lleva a un mayor coste.

Basándose en lo anterior, también se ha desarrollado un motor que no proporciona combustión con carga estratificada, y por tanto no necesita control para conmutar entre la combustión con carga estratificada y la combustión homogénea y no requiere un costoso catalizador de NOx pobre.

Al controlar el motor para encenderlo con el refrigerante a una temperatura más baja, se introduce un avance de encendido para la corrección. Esto se debe al hecho de que, cuando el refrigerante tiene una temperatura más baja (se

proporciona una peor atomización), se proporcionan menores tasas de combustión y el motor es menos susceptible a la detonación. El avance de encendido puede proporcionar un mayor periodo de tiempo entre el encendido y el escape y, a pesar de las menores tasas de combustión, la mezcla aire-combustible puede quemarse suficientemente.

Sin embargo, para un intervalo en el que los inyectores en el cilindro y en el colector de admisión soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible, el inyector en el cilindro inyecta el combustible directamente en la cámara de combustión y la cámara de combustión puede tener una temperatura interna significativamente reducida de manera eficaz, mientras que el inyector en el colector de admisión inyecta el combustible en el colector de admisión y, como resultado, la cámara de combustión tiene una temperatura interna reducida de forma menos eficaz. El combustible inyectado a través del inyector en el cilindro reduce la temperatura interna de la cámara de combustión en cierta medida, mientras que el inyectado a través del inyector en el colector de admisión lo hace en una medida diferente. Si varía la diferencia de temperatura de la cámara de combustión, varía el rendimiento antidetonante, y se reduce la temperatura interna de la cámara de combustión y se mejora el rendimiento antidetonante. Si varía el rendimiento antidetonante, varía un momento de encendido óptimo. Como tal, usar sólo la temperatura del refrigerante para calcular una cantidad de avance de encendido no puede proporcionar un momento de encendido preciso (o una cantidad precisa de avance de encendido). Obsérvese que la patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2001-020837 sólo da a conocer que cada inyector se acciona para conseguir una proporción de inyección de combustible correspondiente al estado de funcionamiento de interés y se establece un momento de encendido, y el documento no proporciona una solución al problema descrito anteriormente.

El documento WO 2006/022170 A1 da a conocer además un motor de combustión interna que incluye un inyector en el cilindro y un inyector en el orificio de admisión. Cuando se realiza una petición para cambiar una proporción de inyección de combustible a una proporción de inyección de combustible solicitada y una diferencia entre un valor de momento de encendido apropiado correspondiente a la proporción de inyección de combustible antes del cambio y un valor de momento de encendido apropiado correspondiente a la proporción de inyección de combustible solicitada tras el cambio supera un valor predeterminado, se limita la magnitud del cambio de la proporción de inyección de combustible a la proporción de inyección de combustible solicitada y el valor de momento de encendido se ajusta a un valor de momento de encendido que correspondiente a una proporción de inyección de combustible cambiada en la magnitud limitada de cambio.

En el documento EP1464814 puede encontrarse otro aparato de control de inyección de combustible con inyectores en el cilindro y en el colector de admisión, en el que la proporción de inyección de combustible se varía según el estado de funcionamiento de un motor y el encendido se establece independientemente de esa proporción.

Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna que tiene mecanismos de inyección de combustible primero y segundo que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible en un cilindro y un colector de admisión, respectivamente, Y que puede calcular un momento de encendido preciso.

La presente invención proporciona un aparato de control para 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 combustible primero y segundo para que soporten cuotas de inyección del combustible con una proporción calculada basándose en una condición requerida para el motor de combustión interna, incluyendo la proporción evitar que uno de los mecanismos de inyección de combustible inyecte el combustible; y un controlador de momento de encendido que controla un dispositivo de encendido para variar un momento de encendido. El controlador de momento de encendido controla el dispositivo de encendido, basándose en un momento de referencia de encendido del motor de combustión interna determinado a partir de la proporción.

Según la presente invención, para un intervalo en el que el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector en el cilindro) y el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector en el colector de admisión) soportan cuotas de inyección del combustible, el combustible inyectado a través del inyector en el cilindro reduce la temperatura interna de la cámara de combustión. Si se reduce la temperatura interna de la cámara de combustión, se mejora el rendimiento antidetonante, y puede avanzarse un momento de encendido.

En cambio, el combustible inyectado a través del inyector en el colector de admisión reduce la temperatura interna de la cámara de combustión en menor medida que el inyectado a través del inyector en el cilindro. Así el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible, y que reduce la temperatura interna de la cámara de combustión en diferente medida, respectivamente, puede conseguir un momento de encendido establecido de manera precisa. Como resultado puede proporcionarse un aparato de control que puede calcular un momento de encendido preciso para un motor de combustión interna que tiene mecanismos de inyección de combustible primero y segundo que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible para inyectar el combustible en un cilindro y un colector de admisión, respectivamente, que están implementados por dos tipos de mecanismos de inyección de combustible que inyectan combustible de diferente manera.

El aparato de control incluye además: una memoria que almacena un momento de referencia de encendido, en el que dicho controlador de momento de encendido emplea el momento de referencia de encendido para controlar un dispositivo de encendido. La memoria almacena el momento de referencia de encendido calculado basándose en la proporción.

Según la presente invención, la memoria almacena un momento de referencia de encendido que permite que un momento de encendido sea más rápido cuando el inyector en el cilindro, que puede reducir la temperatura interna de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en gran medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible (incluyendo inyección de combustible a través del inyector en el cilindro solo) que cuando el inyector en el colector de admisión, que reduce la temperatura interna de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en pequeña medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible (incluyendo inyección de combustible a través del inyector en el colector de admisión solo). Así el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible, y que reduce la temperatura interna de la cámara de combustión en diferente medida, respectivamente, puede conseguir un momento de encendido establecido de manera precisa. Como resultado, puede proporcionarse un aparato de control que puede calcular un momento de encendido preciso para un motor de combustión interna que tiene mecanismos de inyección de combustible primero y segundo que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible para inyectar el combustible en un cilindro y un colector de admisión, respectivamente, que están implementados por dos tipos de mecanismos de inyección de combustible que inyectan combustible de manera diferente.

La memoria almacena el momento de referencia de encendido dividido en un primer mapa que se aplica cuando el primer mecanismo de inyección de combustible solo inyecta el combustible, un segundo mapa que se aplica cuando el segundo mecanismo de inyección de combustible solo inyecta el combustible, y un tercer mapa que se aplica cuando los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo inyectan el combustible.

Según la presente invención, un inyector en el cilindro correspondiente a un ejemplo del primer mecanismo de inyección de combustible y un inyector en el colector de admisión correspondiente a un ejemplo del segundo mecanismo de inyección de combustible, que reducen la temperatura de la cámara de combustión en diferente medida, respectivamente, cuando inyectan combustible, soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible, y un momento de referencia de encendido se almacena en un mapa dividido en un primer mapa que se aplica cuando el inyector en el cilindro solo inyecta el combustible, un segundo mapa que se aplica cuando el inyector en el colector de admisión solo inyecta el combustible, y un tercer mapa que se aplica cuando los inyectores en el cilindro y en el colector de admisión inyectan el combustible. Puede seleccionarse un mapa basándose en una proporción de inyección de combustible entre los inyectores en el cilindro y en el colector de admisión para determinar un momento de referencia de encendido almacenado.

Preferiblemente el primer mapa proporciona el momento de referencia de encendido establecido para proporcionar avance de encendido.

Según la presente invención, en el primer mapa que se aplica cuando el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector en el cilindro) solo inyecta combustible, el combustible inyectado a través del mismo reduce la temperatura de la cámara de combustión en gran medida y se mejora un rendimiento antidetonante. Por consiguiente, el momento de referencia de encendido puede establecerse de modo que sea más rápido.

Preferiblemente también, el segundo mapa proporciona el momento de referencia de encendido establecido para proporcionar un retardo de encendido.

Según la presente invención, en el segundo mapa que se aplica cuando el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector de colector de admisión) solo inyecta combustible, el combustible inyectado a través del mismo reduce la temperatura de la cámara de combustión en pequeña medida y no se mejora el rendimiento antidetonante. Por consiguiente, el momento de referencia de encendido se establece de modo que sea más lento.

Preferiblemente también, el tercer mapa proporciona el momento de referencia de encendido establecido para proporcionar avance de encendido cuando se aumenta la proporción del primer mecanismo de inyección de combustible.

Según la presente invención, cuando el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, el inyector en el cilindro), que puede reducir la temperatura interna de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en gran medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible, el rendimiento antidetonante puede ser mejor que cuando el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, el inyector en el colector de admisión), que reduce la temperatura interna de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en pequeña medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible. Como tal, el momento de referencia de encendido puede avanzarse. Así, el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible y proporcionan mezclas aire-combustible que tienen diferentes condiciones, respectivamente, cuando inyectan el combustible, puede conseguir un momento de encendido establecido de manera precisa.

Preferiblemente también, el tercer mapa proporciona el momento de referencia de encendido establecido para proporcionar un retardo de encendido cuando se aumenta la proporción del segundo mecanismo de inyección de combustible.

Según la presente invención, cuando el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, el inyector en el colector de admisión), que reduce la temperatura de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en pequeña medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible, el rendimiento antidetonante se mejora menos que cuando el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, el inyector en el cilindro), que puede reducir la temperatura de la cámara de combustión mediante su combustible inyectado en gran medida, tiene una mayor proporción de inyección de combustible. Por consiguiente, el momento de referencia de encendido se establece de modo que sea más lento. Así, el motor de combustión interna que tiene dos mecanismos de inyección de combustible que soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible y proporcionan mezclas aire-combustible que tienen diferentes condiciones, respectivamente, cuando inyectan el combustible, puede conseguir un momento de encendido establecido de manera precisa.

Preferiblemente también, el primer mecanismo de inyección de combustible es un inyector en el cilindro y el segundo mecanismo de inyección de combustible es un inyector en el colector de admisión.

Según la presente invención puede proporcionarse un aparato de control que puede calcular una cantidad precisa de avance de encendido para un motor de combustión interna que tiene mecanismos de inyección de combustible primero y segundo implementados por un inyector en el cilindro y un inyector en el colector de admisión, respectivamente, proporcionados por separado y que comparten 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

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

La figura 2 es un diagrama de flujo (1) de un programa ejecutado por una ECU de motor.

La figura 3 muestra un ejemplo de un mapa para inyección compartida.

La figura 4 ilustra cómo varía el estado de funcionamiento del motor.

La figura 5 es un diagrama de flujo (2) de un programa ejecutado por la ECU de motor.

La figura 6 es un diagrama (1) que representa un mapa de proporción de DI para un estado caliente de un motor al que se aplica de manera adecuada el presente aparato de control.

La figura 7 es un diagrama (1) que representa un mapa de proporción de DI para un estado frío de un motor al que se aplica de manera adecuada el presente aparato de control.

La figura 8 es un diagrama (2) que representa un mapa de proporción de DI para un estado caliente de un motor al que se aplica de manera adecuada el presente aparato de control.

La figura 9 es un diagrama (2) que representa un mapa de proporción de DI para un estado frío de un motor al que se aplica de manera adecuada el presente aparato de control.

Mejores modos para llevar a cabo la invención

En lo sucesivo en el presente documento se hará referencia a los dibujos para describir la presente invención en una realización. En la siguiente descripción, componentes idénticos se designan de forma idéntica. También son idénticos en cuanto al nombre y la función.

Obsérvese que aunque la siguiente descripción se proporciona en conjunción con un momento de encendido en un estado frío, después se refiere al mismo para un estado diferente al estado frío (cuando se reduce la temperatura interna de la cámara de combustión, se mejora el rendimiento antidetonante y por consiguiente se avanza un momento de encendido.).

Obsérvese que, aunque la siguiente descripción se proporciona exclusivamente en conjunción con avance de encendido en un estado frío, la presente invención no está limitada a un avance de este tipo. La presente invención incluye también una vez introducir un avance de encendido y después un retardo de encendido e introducir un retardo de encendido respecto a un momento de referencia de encendido. Además, puede invertirse una relación entre un avance menor de encendido para una mayor proporción de combustible inyectado a través de un inyector en el cilindro y un avance significativamente grande de encendido para una mayor proporción de combustible inyectado a

ES 2 342 099 T3

través de un inyector en el colector de admisión. Por ejemplo, si el rendimiento de un inyector 100 en el cilindro, como inyector independiente, y el de un inyector 120 en el colector de admisión, como inyector independiente, contribuyen a una atomización menos suficiente del combustible inyectado a través del inyector 100 en el cilindro que la del combustible inyectado a través del inyector 120 en el colector de admisión para la misma temperatura THW de refrigerante de motor, puede invertirse la relación proporción de inyección de combustible-avance de encendido descrita anteriormente.

La figura 1 es un diagrama de configuración esquemático de un sistema de motor que se controla mediante una ECU (Unidad de Control Electrónica) de motor que implementa el aparato de control para un 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.

Como se muestra en la figura 1, el motor 10 incluye cuatro cilindros 112, conectado cada uno a través de un colector 20 de admisión correspondiente a una cámara 30 de compensación común. La cámara 30 de compensación está conectada a través de un conducto 40 de admisión a un purificador 50 de aire. Un medidor 42 de flujo de aire está dispuesto en el conducto 40 de admisión, y una válvula 70 de estrangulación accionada por un motor 60 eléctrico también está dispuesta en el conducto 40 de admisión. El grado de apertura de la válvula 70 de estrangulación se controla basándose en una señal de salida de una ECU 300 de motor, independientemente de un pedal 100 acelerador. Cada cilindro 112 está conectado a un colector 80 de escape común, que está conectado a un convertidor 90 catalítico de tres vías.

Cada cilindro 112 está dotado de un inyector 110 en el cilindro que inyecta combustible en el cilindro y un inyector en el colector 120 de admisión que inyecta combustible en un orificio de admisión o/y un colector de admisión. Los inyectores 110 y 120 se controlan basándose en señales de salida desde la ECU 300 de motor. Además, el inyector en el cilindro 110 de cada cilindro está conectado a un tubo 130 de suministro de combustible común. El tubo 130 de suministro de combustible está conectado a una bomba 150 de combustible de alta presión de tipo accionado por motor, a través de una válvula 140 de retención que permite un flujo en la dirección hacia el tubo 130 de suministro de combustible. En la presente realización, se explica un motor de combustión interna que tiene dos inyectores proporcionados 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 realizar tanto la inyección en el cilindro como la 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 rebose electromagnética al lado de admisión de la bomba 150 de combustible de alta presión. Cuando el grado de apertura de la válvula 152 de rebose electromagnética es más pequeño, aumenta la cantidad del combustible suministrado desde la bomba 150 de combustible de alta presión al interior del tubo 130 de suministro de combustible. Cuando la válvula 152 de rebose electromagnética está completamente abierta, se detiene el suministro de combustible desde la bomba 150 de combustible de alta presión al tubo 130 de suministro de combustible. La válvula 152 de rebose electromagnética se controla basándose en una señal de salida de la ECU 300 de motor.

Cada inyector 120 en el colector de admisión está conectado a un tubo 160 de suministro de combustible común en un lado de baja presión. El tubo 160 de suministro de combustible y la bomba 150 de combustible de alta presión están conectados a través de un regulador 170 de presión de combustible común a una bomba 180 de combustible de baja presión de tipo accionado 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 vuelta al depósito 200 de combustible cuando la presión del combustible descargado desde la bomba 180 de combustible de baja presión es superior a una presión de combustible preestablecida. Esto evita que tanto la presión del combustible suministrado al inyector 120 en el colector de admisión como la presión del combustible suministrado a la bomba 150 de combustible de alta presión se vuelvan superiores a la presión de combustible preestablecida anteriormente descrita.

La ECU 300 de motor se implementa con un ordenador digital, e incluye una ROM (memoria de sólo lectura) 320, una RAM (memoria de acceso aleatorio) 330, una CPU (unidad de procesamiento central) 340, un puerto 350 de entrada y un puerto 360 de salida, que están conectados entre sí a través de un bus 310 bidireccional.

El medidor 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 convertidor 370 A/D en el puerto 350 de entrada. Un sensor 380 de temperatura de refrigerante está acoplado al motor 10, y genera una tensión de salida proporcional a una temperatura de refrigerante del motor, que se introduce a través de un convertidor 390 A/D en el puerto 350 de entrada.

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

ES 2 342 099 T3

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 10. Como sensor 420 de proporción aire-combustible puede emplearse un sensor de O_2 , que detecta, en 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.

El pedal 100 acelerador está conectado con un sensor 440 de posición de pedal acelerador que genera una tensión de salida proporcional al grado de pisado del pedal 100 acelerador, que se introduce a través de un convertidor 450 A/D en el puerto 350 de entrada. Además, un sensor 460 de velocidad de motor que genera un impulso de salida que representa la velocidad de motor está conectado al puerto 350 de entrada. La ROM 320 de la ECU 300 de motor almacena previamente, en forma de mapa, valores de la cantidad de inyección de combustible que se establecen en asociación con estados de funcionamiento basándose en el factor de carga del motor y la velocidad de motor obtenidos mediante el sensor 440 de posición de pedal acelerador y el sensor 460 de velocidad de motor descritos anteriormente, y valores de corrección de los mismos establecidos 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 el control, tal como se describe a continuación en el presente documento.

En la etapa (S) 100 la ECU 300 de motor emplea un mapa tal como se muestra en la figura 3 para calcular una proporción de inyección del inyector 110 en el cilindro. En lo sucesivo en el presente documento, se hará referencia a esta proporción como “proporción r de DI”, donde $0=r=1$. El mapa usado para calcular la proporción se describirá más adelante.

En S100 la ECU 300 de motor determina si la proporción r de DI es 1, 0, o mayor que 0 y menor que 1. Si la proporción r de DI es 1 ($r=1,0$ en S110) el proceso avanza a S120. Si la proporción r de DI es 0 ($r=0$ en S110) el proceso avanza a S130. Si la proporción r de DI es mayor que 0 y menor que 1 ($0<r<1$ en S110) el proceso avanza a S140.

En S120 la ECU 300 de motor calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío correspondiente a la del avance de encendido para corrección en un estado frío cuando el inyector 110 en el cilindro solo inyecta combustible. Esto se realiza por ejemplo empleando una función $f(1)$ para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío = $f(1)(THW)$. Obsérvese que “THW” representa la temperatura de un refrigerante de motor 10 detectada por el sensor 380 de temperatura de refrigerante.

En S130 la ECU 300 de motor calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío correspondiente a la del avance de encendido para corrección en el estado frío cuando el inyector 120 en el colector de admisión solo inyecta combustible. Esto se realiza por ejemplo empleando una función $f(2)$ para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío = $f(2)(THW)$.

En S140 la ECU 300 de motor calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío correspondiente a la de un avance de encendido para corrección en un estado frío cuando los inyectores 110 y 120 en el cilindro y en el colector de admisión soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible. Esto se realiza por ejemplo empleando una función $f(3)$ para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío = $f(3)(THW, r)$. Obsérvese que “ r ” representa una proporción de DI.

En S150 la ECU 300 de motor calcula un momento de encendido por ejemplo empleando una función g para calcular un momento de encendido = g (una cantidad de avance de encendido en estado frío).

Ahora se hará referencia a la figura 3 para describir una proporción de inyección ($0 =$ proporción r de DI = 1) del inyector 110 en el cilindro con una velocidad NE de motor y un factor KL de carga del motor 10 como parámetros.

En un intervalo de velocidad de motor baja y de carga elevada, el combustible inyectado a través del inyector 110 en el cilindro se mezcla de manera insuficiente con aire, y en la cámara de combustión la mezcla aire-combustible tiende a ser no homogénea y por tanto proporciona una combustión inestable. Por consiguiente, para este intervalo, la proporción r de DI se reduce para aumentar una proporción de inyección $(1-r)$ del inyector 120 en el colector de admisión para mezclar de manera suficiente la mezcla aire-combustible antes de que se introduzca en la cámara de combustión.

En un intervalo de velocidad de motor elevada y de carga baja, la mezcla aire-combustible inyectada a través del inyector 110 en el cilindro se homogeneiza fácilmente. Por consiguiente, la proporción r de DI aumenta. El combustible inyectado a través del inyector 110 en el cilindro se vaporiza dentro de la cámara de combustión lo que implica calor latente de vaporización (absorbiendo calor de la cámara de combustión). Por consiguiente, en el lado de compresión se reduce la temperatura de la mezcla aire-combustible y se proporciona un rendimiento antidetonante mejorado. Además, cuando se reduce la temperatura de la cámara de combustión, puede conseguirse una eficiencia de admisión mejorada y puede esperarse una salida de potencia alta. Además, el extremo del inyector 110 en el cilindro, expuesto en la cámara de combustión, puede refrigerarse por el combustible y así se evita que se adhieran deposiciones a su orificio de inyección.

ES 2 342 099 T3

Basándose en la configuración y el diagrama de flujo descritos anteriormente, el motor 10 en la presente realización funciona tal como se describe a continuación en el presente documento. Obsérvese que en la siguiente descripción “si varía la temperatura del refrigerante del motor” y otras expresiones similares indican un periodo de transición desde un estado frío hasta un estado caliente.

Ninguna variación en la proporción de DI y variación presente en la temperatura del refrigerante para el motor

Cuando arranca el motor 10, normalmente aumenta la temperatura del refrigerante. Más específicamente, en la figura 4, la temperatura del refrigerante aumenta desde una temperatura TH(1) correspondiente a un punto A a una temperatura TH(2) correspondiente a un punto B. Se calcula la proporción de DI (S100) y, si se halla que la proporción r de DI no ha variado (por ejemplo, $r=0,7$), se toma la decisión de que es mayor que 0 y menor que 1 ($0 < r < 1,0$ en S110) y por consiguiente se usa la función f(3) para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío mediante f(3) (THW, r) (S140).

En la figura 4, para el punto A, mediante f(3) (TH(1), r), donde $r=0,7$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío como un avance de encendido para corrección (1). Con la cantidad de avance de encendido en estado frío establecida en el avance de encendido para corrección (1), el motor 10 se hace funcionar, y la temperatura THW aumenta desde TH(1) hasta TH(2) para llegar al punto B. Para el punto B, mediante f(3) (TH(2), r), donde $r=0,7$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío como un avance de encendido para corrección (2). En otras palabras, una cantidad de avance de encendido para corrección se reduce desde el avance de encendido para corrección (1) hasta el avance de encendido para corrección (2) mediante una variación en la cantidad de avance de encendido para corrección, que se proporciona mediante el avance de encendido para corrección (1) menos el avance de encendido para corrección (2).

Variación presente en la relación de DI y ninguna variación en la temperatura del refrigerante para el motor

Mientras se arranca el motor 10, puede que el refrigerante no varí dependiendo del entorno (en particular la temperatura) del vehículo. Si en tal caso varía el estado de funcionamiento del motor 10 y la proporción r de DI cae desde 0,7, es decir, en la figura 4, mientras se mantiene la temperatura TH(1) correspondiente al punto A, se obtiene un punto C que permite alcanzar una proporción r de DI menor que 0,7 (o viceversa). Se calcula la proporción de DI (S100) y, si se halla que la proporción r de DI ha variado (por ejemplo desde 0,7 hasta 0,5), se toma la decisión de que la proporción r de DI todavía es mayor que 0 y menor que 1 ($0 < r < 1,0$ en S110), y se emplea la función f(3) para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío mediante f(3) (THW, r) (S140).

En la figura 4, para el punto A, mediante f(3) (TH(1), r), donde $r=0,7$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío. En esta condición se hace funcionar el motor 10, y mientras la temperatura THW se mantiene en TH(1), la proporción r de DI se reduce hasta alcanzar el punto C. Para el punto C, mediante f(3) (TH(1), r), donde $r=0,5$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío. Más específicamente, se introduce un avance de encendido mediante una variación en la cantidad de avance de encendido para corrección. Esto indica que se introduce un mayor avance de encendido cuando la temperatura del orificio es menor que la temperatura interna del cilindro y el combustible inyectado a través del inyector 120 en el colector de admisión es difícil de atomizar.

Variación presente en la proporción de DI y variación presente en la temperatura del refrigerante para el motor

Cuando se arranca el motor, 10 la temperatura del refrigerante y la proporción r de DI pueden variar ambas. En tal caso, en la figura 4, el punto A correspondiente a la temperatura TH(1) y la proporción de DI $r=0,7$ pasa a un punto D correspondiente a una temperatura TH(2) mayor que TH(1) y una proporción r de DI menor que 0,7. Se calcula la proporción de DI (S100) y, si se halla que la proporción r de DI ha variado (por ejemplo desde 0,7 hasta 0,5), se toma todavía la decisión de que la proporción r de DI es mayor que 0 y menor que 1 ($0 < r < 1,0$ en S110), y se emplea la función f(3) para calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío mediante f(3) (THW, r) (S140).

En la figura 4, para el punto A, mediante f(3) (TH(1), r), donde $r=0,7$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío. En esta condición se hace funcionar el motor 10, y mientras la temperatura THW cambia desde TH(1) hasta TH(2), la proporción de DI también se reduce hasta alcanzar el punto D. Para el punto D, mediante f(3) (TH(2), r), donde $r=0,5$, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío. Más específicamente, se varía un momento de encendido mediante una variación en la cantidad de avance de encendido para corrección. Esto indica que, cuando una proporción de DI no es ni 0 ni 1, se calcula una cantidad de avance de encendido en estado frío mediante una función de la temperatura del refrigerante y la proporción r de DI, y una variación en la cantidad de avance de encendido para corrección depende también en función de la temperatura del refrigerante y la proporción r de DI, respectivamente.

Por tanto, en un estado frío y en un periodo de transición desde el estado frío hasta un estado caliente, cuando un inyector en el cilindro y un inyector en el colector de admisión soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible, no sólo se usa la temperatura THW del refrigerante del motor sino también la proporción r de DI para

ES 2 342 099 T3

calcular una cantidad de avance de encendido en estado frío. Si el interior del cilindro y el orificio tienen una temperatura diferente y por tanto tienen combustible en su interior con una atomización diferente, puede proporcionarse un avance de encendido preciso para quemar el combustible de manera satisfactoria.

5 *Mapa del momento de referencia de encendido dependiendo de la relación de inyección de combustible que no está limitada al estado frío*

10 A continuación en el presente documento se describirá una realización que no está limitada a una temperatura baja del motor 10, o estado frío. En la presente realización, una proporción de inyección de combustible o proporción r de DI del inyector 110 en el cilindro está dividida en tres valores, es decir, $r=0$, $r=1$, y $0 < r < 1$, y un momento de referencia de encendido está almacenado por consiguiente previamente en la ECU 300 de motor en la ROM 320, la RAM 340 o similar.

15 El combustible inyectado a través del inyector 110 en el cilindro y el inyectado a través del inyector 120 en el colector de admisión reduce la temperatura de la cámara de combustión significativamente en diferente medida, respectivamente. Más específicamente, el primero, que se inyecta directamente en la cámara de combustión, y el segundo, que se inyecta en el colector de admisión y se introduce en la cámara de combustión, reducen de manera diferente la temperatura de la cámara de combustión. Más específicamente, el segundo reduce la temperatura de la cámara de combustión en pequeña medida, mientras que el primero, inyectado directamente en la cámara de combustión, reduce la temperatura de la cámara de combustión en gran medida. Cuando la cámara de combustión tiene una temperatura baja, puede mejorarse el rendimiento antidetonante, y puede establecerse un momento de encendido de manera avanzada.

25 Se establece un primer mapa como un mapa que se aplica para la proporción de DI $r=1$ (es decir, cuando solo el inyector 110 en el cilindro inyecta combustible) para un momento de referencia de encendido que permite avanzar al máximo un momento de encendido. El combustible inyectado a través del inyector 110 en el cilindro reduce al máximo la temperatura de la cámara de combustión, y puede mejorarse al máximo el rendimiento antidetonante. Puede avanzarse el momento de encendido y el motor 10 puede exhibir de manera satisfactoria su(s) característica(s).

30 Se establece un segundo mapa como un mapa que se aplica para la proporción de DI $r=0$ (es decir, cuando solo el inyector 120 en el colector de admisión inyecta combustible) para un momento de referencia de encendido que permite retardar al máximo un momento de encendido. El combustible inyectado a través del inyector 120 en el colector de admisión reduce la temperatura de la cámara de combustión en pequeña medida. A partir de tal temperatura reducida de la cámara de combustión, apenas se espera un rendimiento antidetonante mejorado. Por consiguiente se retarda el momento de encendido para evitar que el motor detone.

40 Se establece un tercer mapa como un mapa que se aplica para la proporción r de DI mayor que 0 y menor que 1 (es decir, cuando el inyector 110 en el cilindro y el inyector 120 en el colector de admisión soportan cuotas, respectivamente, de inyección de combustible) para un momento de referencia de encendido que permite avanzar un momento de encendido para mayores proporciones de DI. A medida que aumenta la proporción r de DI, el inyector 110 en el cilindro inyecta más combustible y por consiguiente se reduce la temperatura de la cámara de combustión en mayor medida. Puede mejorarse el rendimiento antidetonante, y puede avanzarse el momento de encendido.

45 La ECU 300 de motor prepara tres mapas para tales momentos de referencia de encendido, y según una proporción de inyector 110 en el cilindro que soporta una cuota de inyección de combustible, o relación proporción r de DI, selecciona uno de los mapas para conmutar a un mapa de un momento de referencia de encendido. Según el mapa seleccionado, la ECU 300 de motor calcula un momento de referencia de encendido. En particular, el tercer mapa proporciona un momento de referencia de encendido variado en la proporción r de DI. Por consiguiente, no sólo el mapa sino también una función que interpola una parte intermedia establecida en el mapa, puede calcularse y almacenarse previamente, y usarse para proporcionar interpolación.

50 Con referencia al diagrama de flujo de la figura 5, la ECU 300 de motor de la figura 1 ejecuta un programa que tiene una estructura para el control, tal como se describe a continuación en el presente documento. Obsérvese que en el diagrama de flujo de la figura 5, las etapas idénticas a las del diagrama de flujo de la figura 2 están designadas de manera idéntica.

55 En S220 la ECU 300 de motor calcula según el primer mapa correspondiente a la proporción de DI $r=1$ una cantidad de avance de encendido teniendo en cuenta el rendimiento antidetonante.

60 En S230 la ECU 300 de motor calcula según el segundo mapa correspondiente a la proporción de DI $r=0$ una cantidad de avance de encendido teniendo en cuenta el rendimiento antidetonante.

65 En S240 la ECU 300 de motor calcula según el tercer mapa correspondiente a $0 < \text{proporción } r \text{ de DI} < 1$ una cantidad de avance de encendido teniendo en cuenta el rendimiento antidetonante. Más específicamente, se usa por ejemplo la función $F(3)$ para calcular una cantidad de avance de encendido $= F(3)(r)$ teniendo en cuenta el rendimiento antidetonante, donde r representa una proporción de DI.

ES 2 342 099 T3

En S250 la ECU 300 de motor calcula un momento de encendido. Más específicamente, se usa por ejemplo la función G para calcular el momento de encendido = G (una cantidad de avance de encendido teniendo en cuenta el rendimiento antidetonante).

Por tanto, no sólo para el estado frío, pueden seleccionarse tres mapas (proporción de DI $r=1$, 0, o mayor que 0 y menor que 1) según la proporción r de DI, y usarse el mapa seleccionado para calcular un momento de referencia de encendido. Esto permite calcular un momento de referencia de encendido apropiado correspondiente a la proporción r de DI. Por tanto puede establecerse un momento de referencia de encendido óptimo correspondiente a la proporción r de DI, y pueden evitarse perjuicios asociados con un retardo y avance de encendido excesivos.

Motor (1) adecuado para la aplicación del aparato de control

A continuación en el presente documento se describirá un motor (1) adecuado para la aplicación del aparato de control en la presente realización.

Con referencia a las figuras 6 y 7, se describirán ahora mapas que indican cada uno una proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 en el cilindro y el inyector 120 en el colector de admisión, identificados como información asociada con un estado de funcionamiento del motor 10. En este caso, la proporción de inyección de combustible entre los dos inyectores también se expresará como una proporción de la cantidad del combustible inyectado desde el inyector 110 en el cilindro respecto a la cantidad total del combustible inyectado, a la que se hace referencia como la “proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro”, o una “proporción (r) de DI (Inyección Directa)”. Los mapas se almacenan en la ROM 320 de la ECU 300 de motor. La figura 6 muestra el mapa para el estado caliente del motor 10, y la figura 7 muestra el mapa para el estado frío del motor 10.

En los mapas mostrados en las figuras 6 y 7, en los que el eje horizontal representa una velocidad de motor del motor 10 y el eje vertical representa un factor de carga, la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro, o la proporción r de DI, se expresa en porcentaje.

Tal como se muestra en las figuras 6 y 7, la proporción r de DI se establece para cada región de funcionamiento que se determina según la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10. “PROPORCIÓN r DE DI = 100%” representa la región en la que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro, y “PROPORCIÓN r DE DI = 0%” representa la región en la que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 120 en el colector de admisión. “PROPORCIÓN r DE DI $\neq$ 0%”, “PROPORCIÓN r DE DI $\neq$ 100%” y “0% < PROPORCIÓN r DE DI < 100%” representan cada una la región en la que la inyección de combustible se lleva a cabo usando tanto el inyector 110 en el cilindro como el inyector 120 en el colector de admisión. En general, el inyector 110 en el cilindro contribuye a un aumento del rendimiento de salida, mientras que el inyector 120 en el colector de admisión contribuye a la uniformidad de la mezcla aire-combustible. Estos dos tipos de inyectores que tienen diferentes características se seleccionan de manera adecuada dependiendo de la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10, de modo que sólo tiene lugar una combustión homogénea en el estado de funcionamiento normal del motor 10 (diferente del estado de funcionamiento anómalo tal como un estado de calentamiento de catalizador durante la marcha al ralentí, por ejemplo).

Además, tal como se muestra en las figuras 6 y 7, la proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 en el cilindro y el inyector 120 en el colector de admisión se define como la proporción r de DI, individualmente en los mapas para el estado caliente y el estado frío del motor. Los mapas se configuran para indicar diferentes regiones de control del inyector 110 en el cilindro y el inyector 120 en el colector de admisión cuando cambia la temperatura del motor 10. Cuando la temperatura del motor 10 detectada es igual a o mayor que un valor umbral de temperatura predeterminado, se selecciona el mapa para el estado caliente mostrado en la figura 6; de lo contrario, se selecciona el mapa para el estado frío mostrado en la figura 7. O bien el inyector 110 en el cilindro o bien el inyector 120 en el colector de admisión, o ambos, se controlan basándose en el mapa seleccionado y según la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10.

Ahora se describirán la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10 establecidos en las figuras 6 y 7. En la figura 6, NE(1) se ajusta a de 2500 rpm a 2700 rpm, KL(1) se ajusta a del 30% al 50%, y KL(2) se ajusta a del 60% al 90%. En la figura 7, NE(3) se ajusta a de 2900 rpm a 3100 rpm. Es decir, NE(1) < NE(3). NE(2) en la figura 6 así como KL(3) y KL(4) en la figura 7 también se establecen según sea apropiado.

Al comparar la figura 6 y la figura 7, NE(3) del mapa para el estado frío mostrado en la figura 7 es mayor que NE(1) del mapa para el estado caliente mostrado en la figura 6. Esto muestra que, cuando la temperatura del motor 10 es más baja, la región de control del inyector 120 en el colector de admisión se amplía de modo que incluye la región de velocidad de motor más alta. Es decir, cuando el motor 10 está frío, es poco probable que se acumulen deposiciones en el orificio de inyección del inyector 110 en el cilindro (incluso aunque el combustible no se inyecte desde el inyector 110 en el cilindro). Por tanto, puede ampliarse la región en la que la inyección de combustible va a llevarse a cabo usando el inyector 120 en el colector de admisión, para de este modo mejorar la homogeneidad.

Al comparar la figura 6 y la figura 7, “PROPORCIÓN r DE DI = 100%” se sitúa en la región en la que la velocidad de motor del motor 10 es igual a o mayor que NE(1) en el mapa para el estado caliente, y en la región en la que la velocidad de motor es NE(3) o mayor en el mapa para el estado frío. Además, “PROPORCIÓN r DE DI = 100%” se sitúa en la región en la que el factor de carga es KL(2) o mayor en el mapa para el estado caliente, y en la región en la que el factor de carga es KL(4) o mayor en el mapa para el estado frío. Esto significa que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro en la región en la que la velocidad de motor está a un nivel alto predeterminado, y que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro en la región en la que la carga del motor está a un nivel alto predeterminado, puesto que para la región de velocidad alta y la región de carga baja, la velocidad y carga del motor 10 son altas y se admite una gran cantidad de aire, y el inyector 110 en el cilindro puede usarse individualmente para inyectar combustible para proporcionar una mezcla aire-combustible homogénea. En este caso, el combustible inyectado desde el inyector 110 en el cilindro se atomiza dentro de la cámara de combustión lo que implica calor latente de vaporización (absorbiendo calor desde la cámara de combustión). Por consiguiente, se reduce la temperatura de la mezcla aire-combustible en el lado de compresión y, por tanto, mejora el rendimiento antidetonante. Además, al reducirse la temperatura de la cámara de combustión, mejora la eficiencia de admisión, lo que lleva a una salida de potencia alta.

En el mapa para el estado caliente en la figura 6, la inyección de combustible también se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro cuando el factor de carga es KL(1) o menor. Esto muestra que el inyector 110 en el cilindro solo se usa en una región de carga baja predeterminada cuando la temperatura del motor 10 es alta. Cuando el motor 10 está el estado caliente, es probable que se acumulen deposiciones en el orificio de inyección del inyector 110 en el cilindro. Sin embargo, cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando el inyector 110 en el cilindro, la temperatura del orificio de inyección puede reducirse, por lo que se evita una acumulación de deposiciones. Además, puede evitarse una obstrucción del inyector 110 en el cilindro a la vez que se garantiza una cantidad mínima de inyección de combustible del mismo. Por tanto, el inyector 110 en el cilindro solo se usa en la región relevante.

Al comparar la figura 6 y la figura 7, hay una región de “PROPORCIÓN r DE DI = 0%” solamente en el mapa para el estado frío en la figura 7. Esto muestra que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 120 en el colector de admisión en una región de carga baja predeterminada (KL(3) o menor) cuando la temperatura del motor 10 es baja. Cuando el motor 10 está frío y tiene una carga baja y la cantidad de aire de admisión es pequeña, es poco probable que se produzca la atomización del combustible. En tal región, es difícil garantizar una combustión favorable con la inyección de combustible desde el inyector 110 en el cilindro. Además, particularmente en la región de carga baja y velocidad baja, no es necesaria una salida de potencia alta usando el inyector 110 en el cilindro. Por consiguiente, la inyección de combustible se lleva a cabo usando el inyector 120 en el colector de admisión solo, en lugar de usar el inyector 110 en el cilindro, en la región relevante.

Además, en un funcionamiento diferente al funcionamiento normal, es decir, en el estado de calentamiento del catalizador en la marcha al ralentí del motor 10 (estado de funcionamiento anómalo), el inyector 110 en el cilindro se controla para llevar a cabo una combustión con carga estratificada. Al provocar la combustión con carga estratificada durante el funcionamiento de calentamiento del catalizador, se promueve el calentamiento del catalizador, y así se mejora la emisión de gases de escape.

Motor (2) adecuado para la aplicación del aparato de control

A continuación en el presente documento se describirá un motor (2) adecuado para la aplicación del aparato de control en la presente realización. En la siguiente descripción de un motor (2) no se repetirá la misma descripción que la del motor (1).

Con referencia a las figuras 8 y 9, ahora se describirán mapas que indican cada uno una proporción de inyección de combustible entre el inyector 110 en el cilindro y el inyector 120 en el colector de admisión, identificados como información asociada con un estado de funcionamiento del motor 10. Los mapas se almacenan en la ROM 320 de la ECU 300 de motor. La figura 8 muestra el mapa para el estado caliente del motor 10, y la figura 9 muestra el mapa para el estado frío del motor 10.

Al comparar la figura 8 y la figura 9, las figuras difieren respecto a las figuras 6 y 7, de la siguiente manera: “PROPORCIÓN r DE DI = 100%” se sitúa en la región en la que la velocidad de motor del motor 10 es igual a o mayor que NE(1) en el mapa para el estado caliente, y en la región en la que la velocidad de motor es NE(3) o mayor en el mapa para el estado frío. Además, excepto para la región de baja velocidad, “PROPORCIÓN r DE DI = 100%” se sitúa en la región en la que el factor de carga es KL(2) o mayor en el mapa para el estado caliente, y en la región en la que el factor de carga es KL(4) o mayor en el mapa para el estado frío. Esto significa que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro en la región en la que la velocidad de motor está a un nivel alto predeterminado, y que la inyección de combustible se lleva a cabo con frecuencia usando sólo el inyector 110 en el cilindro en la región en la que la carga del motor está a un nivel alto predeterminado. Sin embargo, en la región de velocidad baja y carga elevada, el mezclado de una mezcla aire-combustible formada por el combustible inyectado desde el inyector 110 en el cilindro es pobre, y tal mezcla aire-combustible no homogénea dentro de la cámara de combustión puede llevar a una combustión inestable. Por consiguiente, se aumenta la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro a medida que aumenta la velocidad de motor donde es poco probable que

se produzca un problema de este tipo, mientras que se reduce la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro a medida que aumenta la carga del motor donde es probable que se produzca un problema de este tipo. Estos cambios en la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro, o la proporción r de DI, se muestran mediante flechas entrecruzadas en las figuras 8 y 9. De esta manera, puede suprimirse una variación en el par de salida del motor atribuible a la combustión inestable. Obsérvese que estas medidas son aproximadamente equivalentes a las medidas de reducir la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro a medida que el estado del motor se mueve hacia la región de velocidad baja predeterminada, o de aumentar la proporción de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro a medida que el estado del motor se mueve hacia la región de carga baja predeterminada. Además, excepto para la región relevante (indicada mediante las flechas entrecruzadas en las figuras 8 y 9), en la región en la que la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro (en el lado de velocidad alta y en el lado de carga baja), se obtiene fácilmente una mezcla aire-combustible homogénea incluso cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en el cilindro. En este caso, el combustible inyectado desde el inyector 110 en el cilindro se atomiza dentro de la cámara de combustión lo que implica calor latente de vaporización (absorbiendo calor desde la cámara de combustión). Por consiguiente, se reduce la temperatura de la mezcla aire-combustible en el lado de compresión y, por tanto, mejora el rendimiento antidetonante. Además, al reducirse la temperatura de la cámara de combustión, mejora la eficiencia de admisión, lo que lleva a una salida de potencia alta.

En el motor 10 descrito con referencia a las figuras 6 a 9, se consigue una combustión homogénea estableciendo el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro en la carrera de admisión, mientras que se consigue una combustión con carga estratificada estableciéndolo en la carrera de compresión. Esto es, cuando el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro se establece en la carrera de compresión, puede ubicarse una mezcla aire-combustible rica localmente alrededor de la bujía de encendido, de modo que se enciende una mezcla aire-combustible pobre en la cámara de combustión en su totalidad para que tenga lugar la combustión con carga estratificada. Incluso si el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro se establece en la carrera de admisión, puede tener lugar una combustión con carga estratificada si es posible ubicar una mezcla aire-combustible rica localmente alrededor de la bujía de encendido.

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

Además, en el motor descrito con referencia a las figuras 6 a 9, preferiblemente se establece que el inyector 110 en el cilindro inyecte combustible en el momento de la carrera de compresión por el siguiente motivo, aunque en el motor 10 descrito anteriormente, el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro se establece en la carrera de admisión en una región básica correspondiente a casi toda la región (en el presente documento, región básica se refiere a la región diferente de la región en la que tiene lugar combustión con carga semiestratificada haciendo que el inyector 120 en el colector de admisión inyecte el combustible en la carrera de admisión y haciendo que el inyector 110 en el cilindro inyecte el combustible en la carrera de compresión, lo que tiene lugar sólo en el estado de calentamiento del catalizador). El momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro, sin embargo, puede establecerse temporalmente en la carrera de compresión con el fin de estabilizar la combustión, por los siguientes motivos.

Cuando el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro se establece en la carrera de compresión, la mezcla aire-combustible se refrigera por el combustible inyectado mientras que la temperatura en el cilindro es relativamente alta. Esto mejora el efecto de refrigeración y, por tanto, el rendimiento antidetonante. Además, cuando el momento de inyección de combustible del inyector 110 en el cilindro se establece en la carrera de compresión, el tiempo desde la inyección de combustible hasta el encendido es corto, lo que garantiza una fuerte penetración del combustible inyectado, de modo que aumenta la tasa de combustión. La mejora en el rendimiento antidetonante y el aumento en la tasa de combustión pueden evitar una variación en la combustión, y por tanto, se mejora la estabilidad de combustión.

Obsérvese que en el diagrama de flujo anteriormente descrito, en S150 y S250, siempre que se ejecuta el diagrama de flujo puede calcularse un momento de referencia de encendido a partir del estado de funcionamiento del motor 10 y puede usarse la función g que corrige el momento de referencia de encendido en una cantidad de avance de encendido en estado frío para calcular un momento de encendido.

ES 2 342 099 T3

Además, independientemente de la temperatura del motor 10 (es decir, ya sea en un estado caliente o en un estado frío), cuando la marcha al ralentí está apagada (es decir, está apagado un interruptor de marcha al ralentí, está presionado el pedal de acelerador) puede usarse el mapa de la figura 6 u 8 para un estado caliente. (Independientemente de un estado frío o caliente, se usa el inyector 110 en el cilindro para un intervalo de carga baja.)

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

REIVINDICACIONES

5 1. Aparato (300) de control para un motor (10) de combustión interna que tiene 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 (20) de admisión, que comprende:

10 un controlador que controla dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo para que soporten cuotas de inyección de combustible con una proporción calculada basándose en una condición requerida para dicho motor (10) de combustión interna, incluyendo dicha proporción impedir que uno de dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible inyecte el combustible;

15 un controlador de momento de encendido que controla un dispositivo de encendido para variar un momento de encendido, en el que dicho controlador de momento de encendido controla dicho dispositivo de encendido, basándose en un momento de referencia de encendido de dicho motor (10) de combustión interna determinado a partir de dicha proporción; y

20 una memoria para almacenar dicho momento de referencia de encendido, calculándose dicho momento de referencia de encendido basándose en dicha proporción; en el que

dicho controlador de momento de encendido emplea dicho momento de referencia de encendido para controlar el dispositivo de encendido para variar el momento de encendido;

25 dicha memoria almacena en forma de un mapa dicho momento de referencia de encendido calculado previamente basándose en dicha proporción; y en el que

30 dicha memoria almacena dicho momento de referencia de encendido dividido en un primer mapa que se aplica cuando dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible solo inyecta el combustible, un segundo mapa que se aplica cuando dicho segundo mecanismo (120) de inyección de combustible solo inyecta el combustible, y un tercer mapa que se aplica cuando dichos mecanismos (110, 120) de inyección de combustible primero y segundo inyectan el combustible.

35 2. Aparato (300) de control según la reivindicación 1, en el que dicho primer mapa proporciona dicho momento de referencia de encendido establecido para proporcionar avance de encendido.

3. Aparato (300) de control según la reivindicación 1, en el que dicho segundo mapa proporciona dicho momento de referencia de encendido establecido para proporcionar retardo de encendido.

40 4. Aparato (300) de control según la reivindicación 1, en el que dicho tercer mapa proporciona dicho momento de referencia de encendido establecido para proporcionar avance de encendido cuando dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible aumenta en dicha proporción.

45 5. Aparato (300) de control según la reivindicación 1, en el que dicho tercer mapa proporciona dicho momento de referencia de encendido establecido para proporcionar retardo de encendido cuando dicho segundo mecanismo (120) de inyección de combustible aumenta en dicha proporción.

50 6. Aparato (300) de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho primer mecanismo (110) de inyección de combustible es un inyector en el cilindro y dicho segundo mecanismo (120) de inyección de combustible es un inyector en el colector de admisión.

55

60

65

FIG. 1

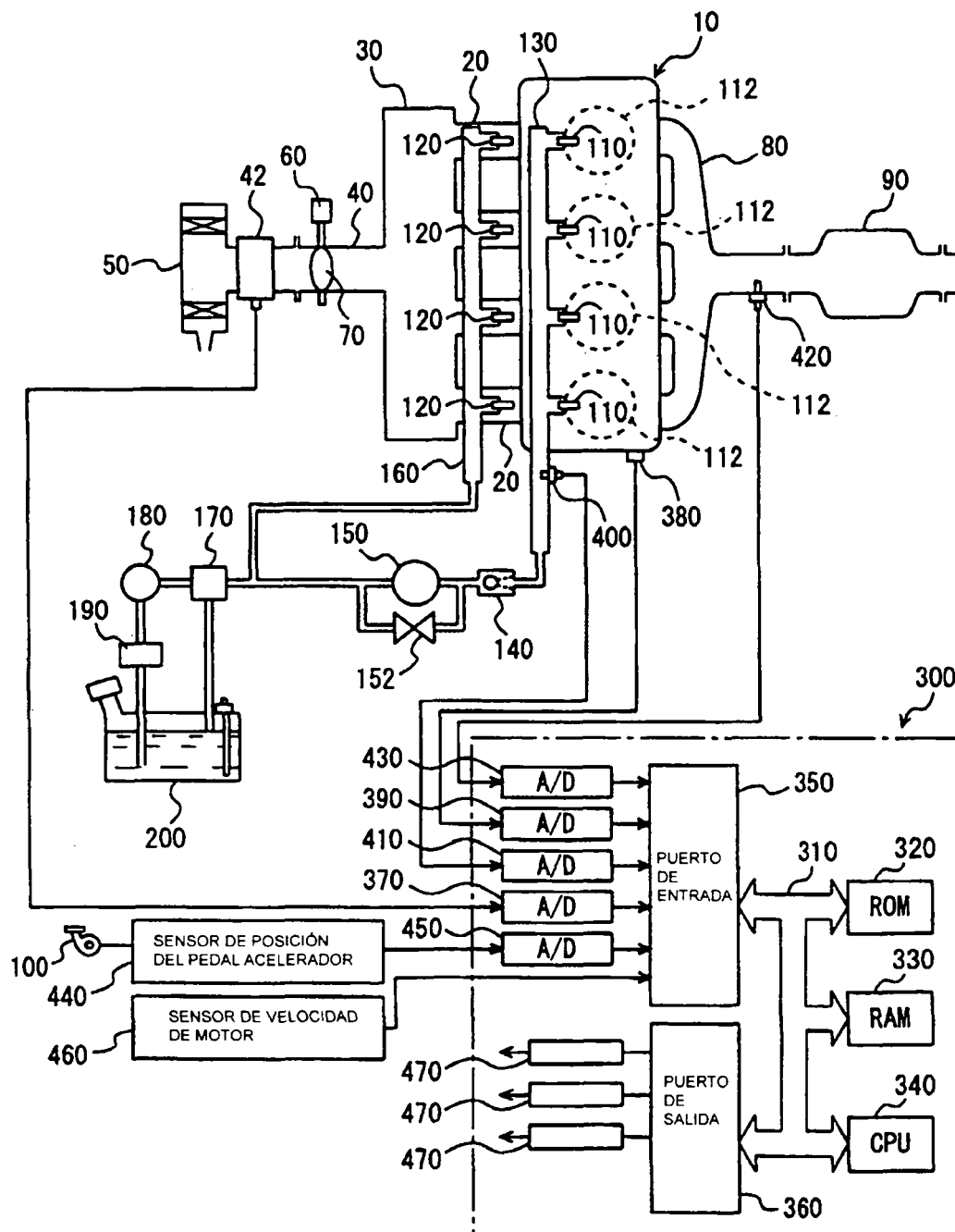


FIG. 2

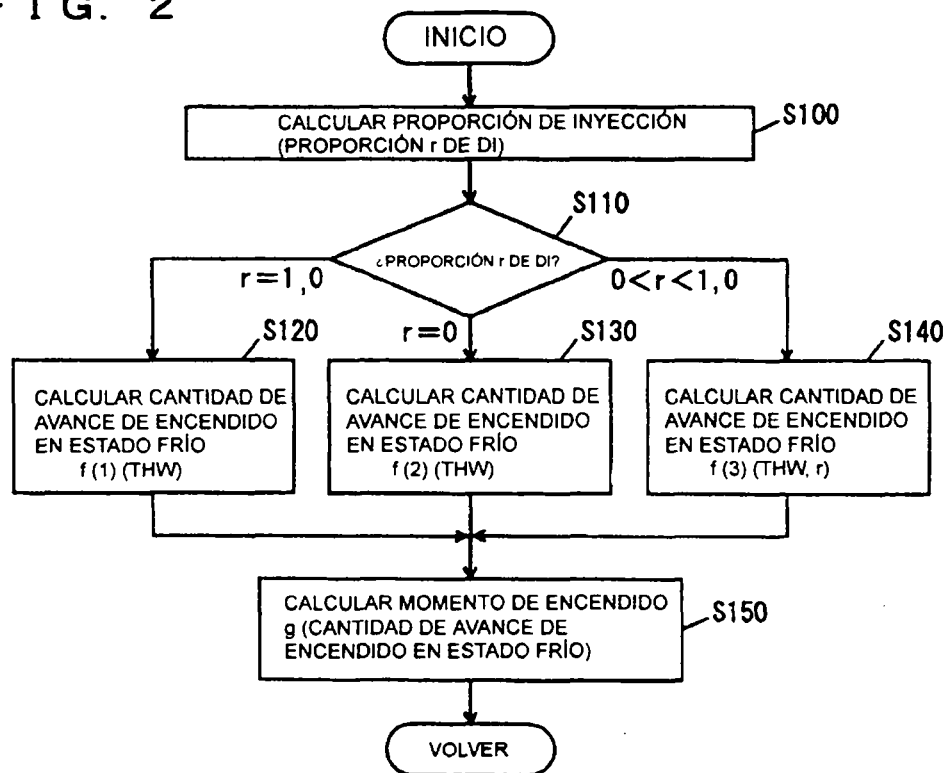


FIG. 3

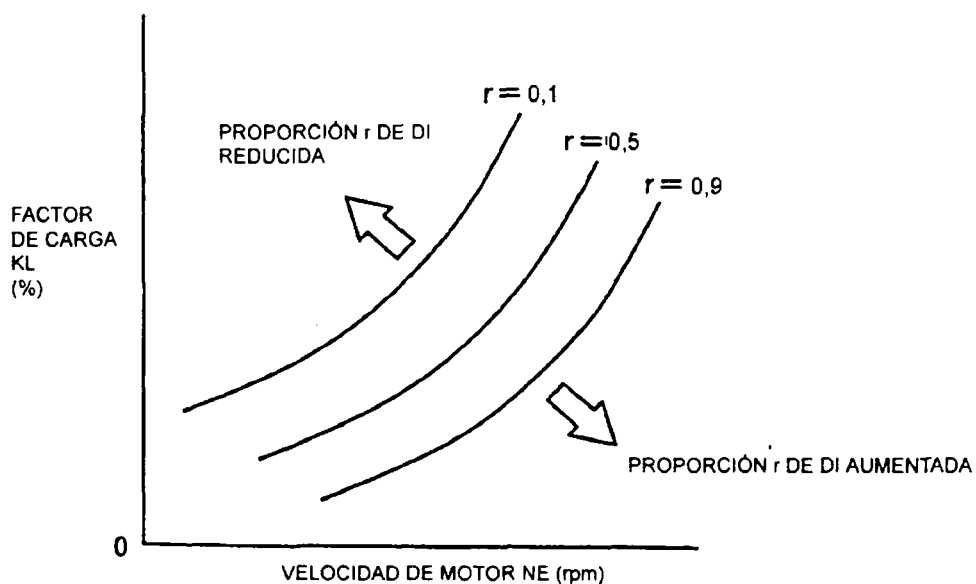


FIG. 4

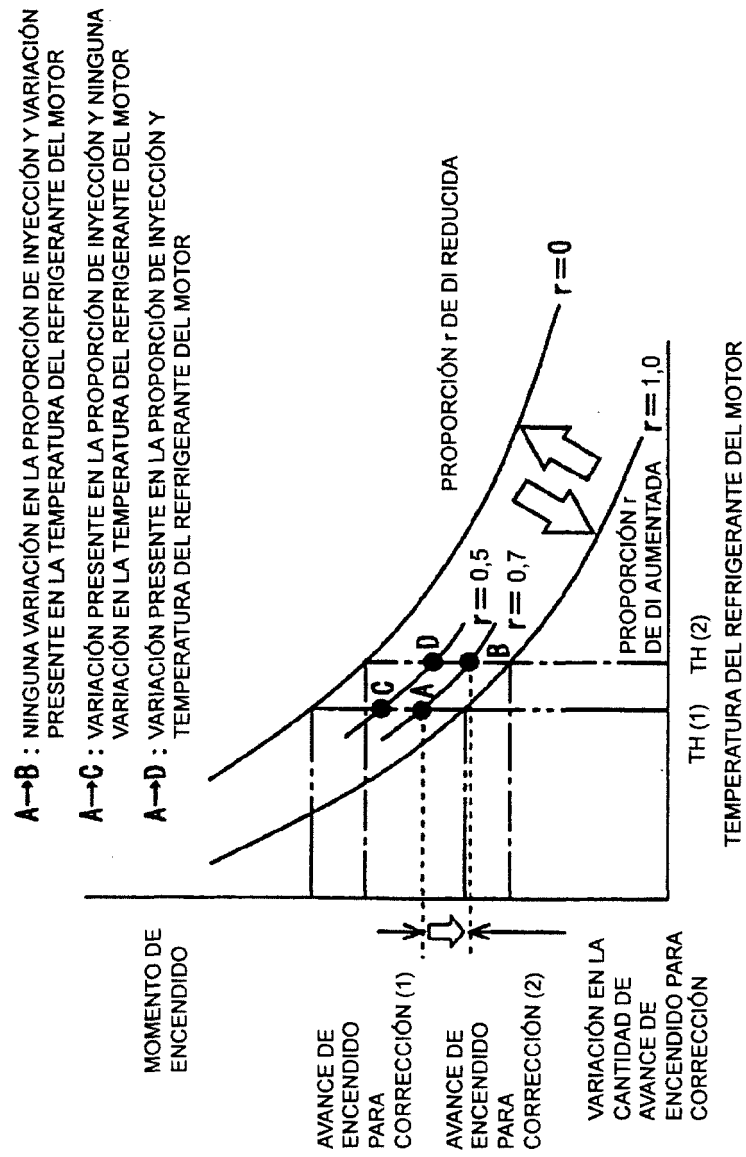


FIG. 5

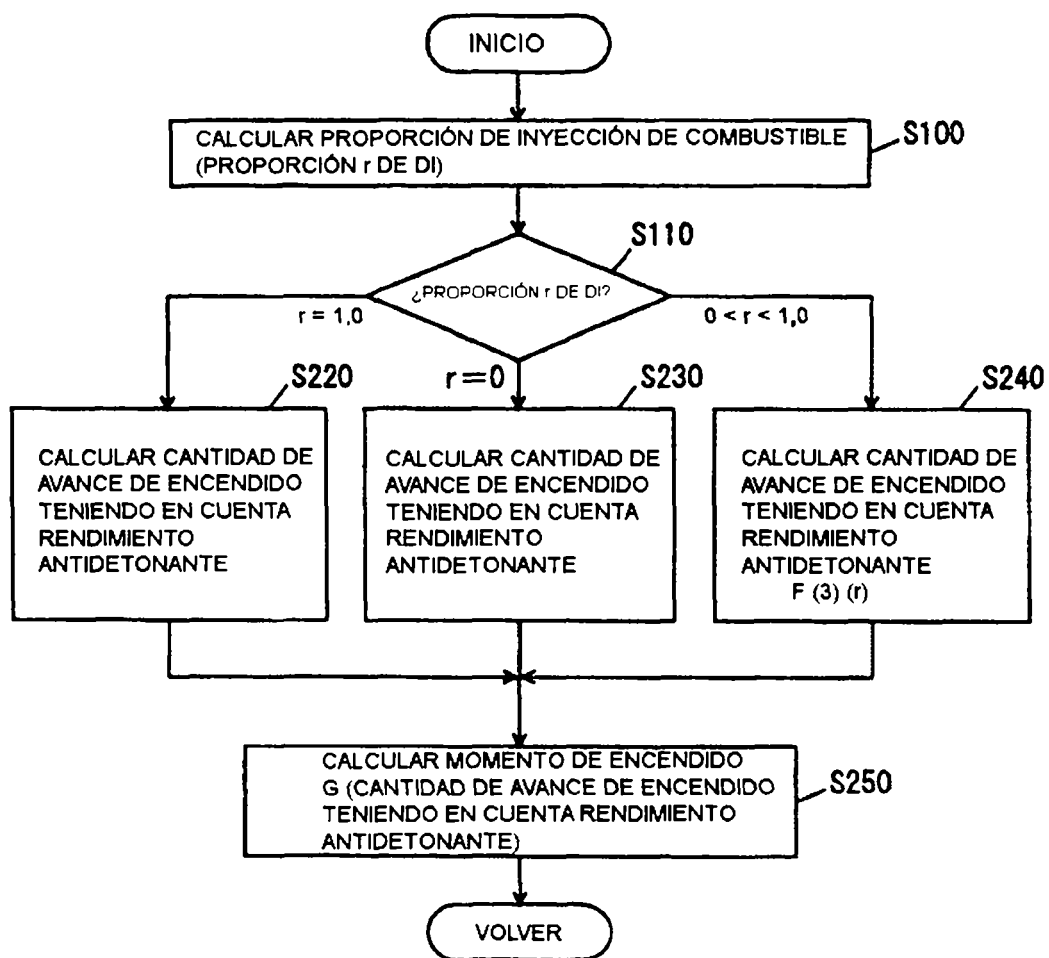


FIG. 6

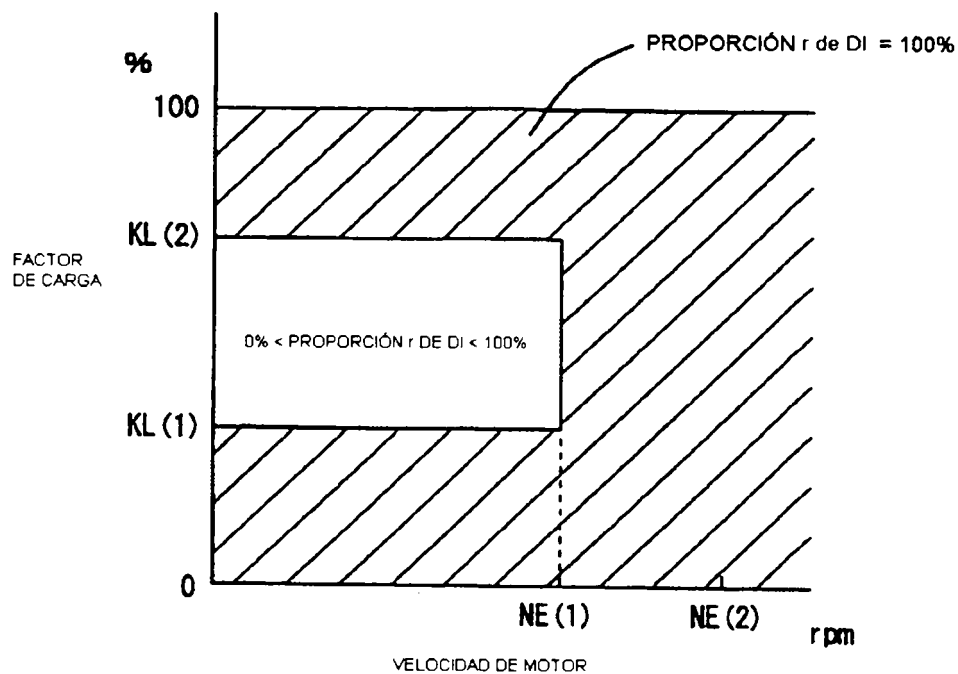


FIG. 7

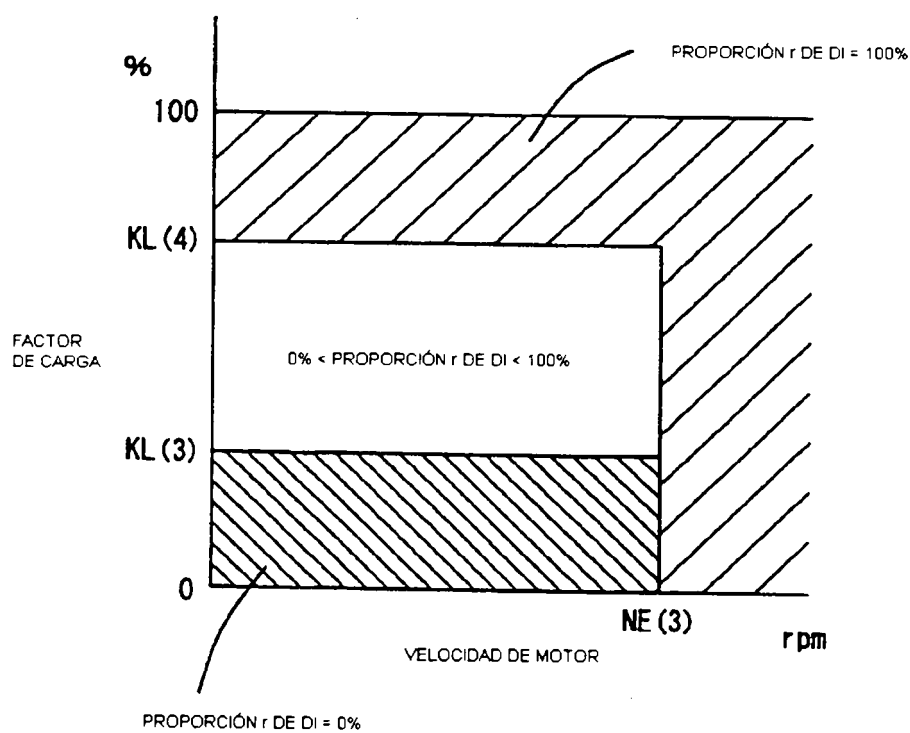


FIG. 8

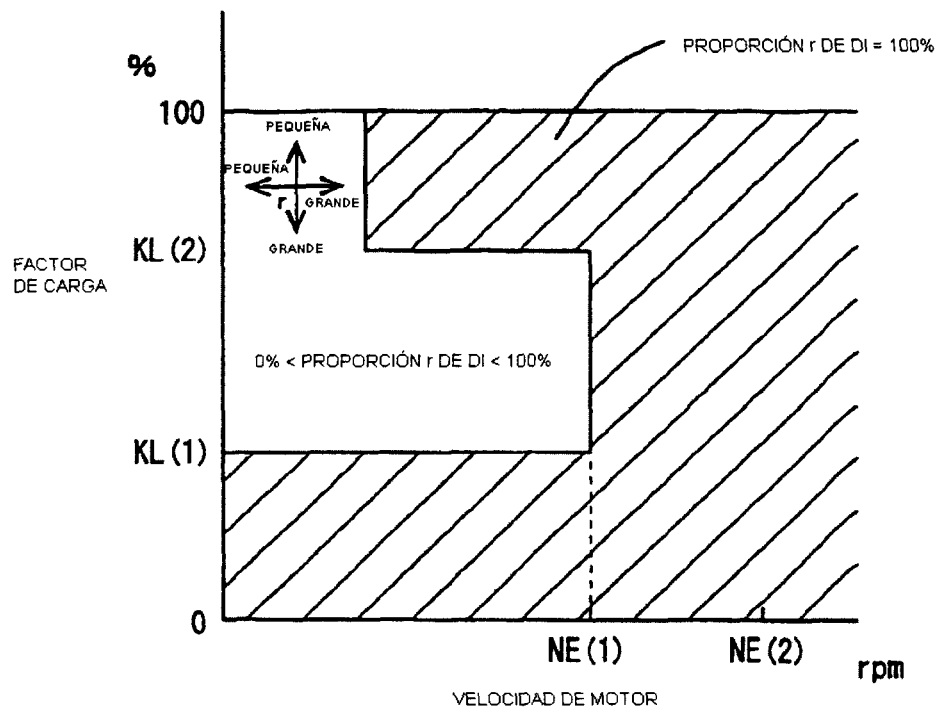


FIG. 9

