

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 003**

51 Int. Cl.:

F02D 41/30 (2006.01)

F02D 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2005** **E 05803171 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 1809881**

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

30 Prioridad:

11.11.2004 JP 2004328108

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.06.2015

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP**

72 Inventor/es:

**SATOU, FUMIKAZU y
IKOMA, TAKUYA**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 537 003 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).

APARATO DE CONTROL PARA MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**DESCRIPCIÓN****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 cilindro) para inyectar un combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible (un inyector de colector de admisión) para inyectar un combustible en un colector de admisión o un orificio de admisión, y se refiere en particular a una técnica para determinar una relación de inyección de combustible entre los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo.

Técnica anterior

15 Se conoce un motor de combustión interna que tiene una primera válvula de inyección de combustible (un inyector de colector de admisión en la técnica anterior) para inyectar un combustible en un colector de admisión del motor y una segunda válvula de inyección de combustible (un inyector en cilindro en la técnica anterior) para inyectar siempre un combustible en una cámara de combustión del motor, y configurado para detener la inyección de combustible desde la primera válvula de inyección de combustible (el inyector de colector de admisión) cuando la carga del motor es inferior a una carga preestablecida y para provocar la inyección de combustible desde la primera válvula de inyección de combustible (el inyector de colector de admisión) cuando la carga del motor es superior a la carga establecida.

25 En un motor de combustión interna de este tipo, se conoce uno configurado para conmutar entre combustión de carga estratificada y combustión homogénea según su estado de funcionamiento. En la combustión de carga estratificada, el combustible se inyecta desde el inyector en cilindro durante una carrera de compresión para formar una mezcla de aire-combustible estratificada 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 de aire-combustible homogénea, para la combustión del combustible.

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

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

55 En el aparato de control de la 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 de carga estratificada y la combustión homogénea se emplean según las situaciones, lo que complica el control de la ignición, el control de la inyección y el control de la estrangulación, y requiere programas de control correspondientes a los respectivos modos de combustión. Particularmente, al conmutar entre los modos de combustión, estos controles requieren cambios considerables, haciendo difícil realizar controles deseables (de eficiencia de combustible, rendimiento de purificación de emisiones) en el momento de la transición. Además, en la región de combustión estratificada en la que se lleva a cabo una combustión pobre, el catalizador de tres vías no funciona, en cuyo caso es necesario usar un catalizador de NOx pobre, lo que conduce a un aumento del coste.

65 Basándose en lo anterior, se ha desarrollado un motor de inyección directa que sólo tiene un inyector en cilindro para llevar a cabo una combustión homogénea por toda la región, sin llevarse a cabo combustión de carga

estratificada alguna, y por tanto no necesita control para conmutar entre la combustión de carga estratificada y la combustión homogénea y no requiere un catalizador de NOx pobre costoso.

5 En tal motor de inyección directa, sin embargo, la combustión homogénea se lleva a cabo por toda la región usando sólo el inyector en cilindro. Esto puede conducir a una homogeneidad insuficiente y a grandes fluctuaciones de par motor en el estado de velocidad baja y carga alta del motor. La patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2001-020837 A descrita anteriormente da a conocer meramente que en la región en la que se lleva a cabo una combustión homogénea, se aumenta la relación de la cantidad del combustible inyectado desde la válvula de inyección de combustible secundaria que inyecta el combustible en el orificio de admisión con respecto a la cantidad total del combustible inyectado según un aumento del rendimiento del motor (carga y velocidad de motor), que no puede proporcionar soluciones a los problemas descritos anteriormente.

15 El documento EP 943 793 A2 da a conocer un control para un motor de combustión interna de ignición mediante bujía de inyección de combustible directa. En el mismo, durante un periodo desde un arranque del motor hasta la activación de un dispositivo de control de emisiones catalítico, se hace funcionar un motor de ignición mediante bujía de inyección directa en un modo de combustión de carga estequiométrica estratificada bajo el control de un controlador del motor. En el modo de combustión estequiométrica estratificada, un sistema de inyección de combustible lleva a cabo una inyección en cilindro directa en la carrera de compresión para producir una mezcla de aire y combustible estratificada relativamente rica estrechamente alrededor de una bujía de encendido, en un entorno de una mezcla de aire y combustible relativamente pobre producida de manera homogénea por la cámara de combustión mediante una inyección en cilindro directa en la carrera de admisión o una inyección en paso u orificio en o antes de la carrera de admisión.

25 El documento WO 2006/049230 A1, que es la técnica anterior conforme al Art. 54(3) CPE, da a conocer una ECU de motor que ejecuta un programa que incluye las etapas de: determinar la presencia de anomalía en un sistema de combustible de baja presión; detener un inyector de colector de admisión cuando se realiza la determinación de anomalía en el sistema de combustible de baja presión; aumentar la tasa de purgado objetivo cuando el estado de funcionamiento del motor alcanza un estado de inyección compartida entre un inyector en cilindro y un inyector de colector de admisión; reducir el solapamiento de VVT; y retardar el momento de ignición.

30 **Exposición de la invención**

35 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna que lleva a cabo una inyección de combustible usando uno o ambos de un primer mecanismo de inyección de combustible para inyectar un combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible para inyectar un combustible en un colector de admisión, que puede solucionar el problema asociado con una combinación de combustión de carga estratificada y combustión homogénea, y que también puede solucionar el problema asociado con la combustión homogénea en el caso de un motor de inyección directa.

40 Un aparato de control según la presente invención controla un motor de combustión interna. Dicho motor de combustión interna comprende: un primer mecanismo de inyección de combustible para inyectar un combustible en un cilindro y un segundo mecanismo de inyección de combustible para inyectar un combustible en un orificio de admisión y/o un colector de admisión. El aparato de control incluye una unidad de determinación para determinar si el motor de combustión interna está en un estado de funcionamiento normal o en un estado de funcionamiento anómalo, en el que el estado de funcionamiento anómalo es un estado de funcionamiento durante la operación de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí, y una unidad de control para controlar los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo basándose en información asociada con un estado de funcionamiento del motor de combustión interna de manera que, cuando se determina que el motor de combustión interna está en el estado de funcionamiento normal, se lleva a cabo únicamente una combustión homogénea por todo el intervalo de funcionamiento del motor, y, cuando se determina que dicho motor de combustión interna está en dicho estado de funcionamiento anómalo, se lleva a cabo una combustión de carga semiestratificada durante la operación de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí, en el que dicha información es información de que dicho primer mecanismo de inyección de combustible tiene una relación de inyección de combustible, que se define como la relación de la cantidad del combustible inyectado desde dicho primer mecanismo de inyección de combustible con respecto a la cantidad total de combustible inyectado, que aumenta a medida que aumenta la velocidad de motor en la región de velocidad baja y carga alta.

50 Según esta invención, cuando se usan tanto el primer mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector en cilindro) como el segundo mecanismo de inyección de combustible (por ejemplo, un inyector de colector de admisión) para la inyección de combustible, la relación de inyección de combustible entre el inyector en cilindro y el inyector de colector de admisión se controla basándose en un estado de funcionamiento del motor de combustión interna (determinado, por ejemplo, por la velocidad de motor y la carga del mismo) que se establece por separado para el estado caliente y el estado frío del motor de combustión interna, por ejemplo. Esto puede realizar una combustión homogénea por toda la región, de modo que se soluciona el problema convencional. Cabe destacar que un ejemplo de un estado de funcionamiento distinto del estado de funcionamiento normal puede ser una operación de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí. En particular, en la región de velocidad baja y carga

5 alta, el mezclado de una mezcla de aire-combustible formada por el combustible inyectado desde el inyector en cilindro es pobre, y tal mezcla de aire-combustible no homogénea dentro de la cámara de combustión puede conducir a una combustión inestable. Por consiguiente en la presente invención la relación de inyección de combustible del inyector en cilindro se aumenta a medida que aumenta la velocidad de motor cuando es poco probable que ocurra tal problema. Como resultado, es posible proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna en el que la inyección de combustible se lleva a cabo usando uno o ambos del primer mecanismo de inyección de combustible para inyectar el combustible en el cilindro y el segundo mecanismo de inyección de combustible para inyectar el combustible en el colector de admisión, lo que puede solucionar el problema asociado con la combinación de la combustión de carga estratificada y la combustión homogénea así como el problema asociado con la combustión homogénea en el caso de un motor de inyección directa. Cabe destacar que la presente invención equivale de manera general a disminuir la relación de inyección de combustible del primer mecanismo de inyección de combustible a medida que el estado del motor pasa a una región de velocidad baja predeterminada.

15 Preferiblemente, la información se establece de manera que las regiones de control de los mecanismos de inyección de combustible primero y segundo cambian a medida que cambia la temperatura del motor de combustión interna. En este caso, el aparato de control incluye además una unidad de detección para detectar la temperatura del motor de combustión interna, y la unidad de control controla los mecanismos de inyección de combustible basándose en la temperatura detectada y la información.

20 Según esta invención, la relación de inyección de combustible entre el inyector en cilindro y el inyector de colector de admisión se establece basándose en la temperatura del motor de combustión interna (por separado para el estado caliente y el estado frío del motor de combustión interna, por ejemplo), o la relación de inyección de combustible entre los mismos se establece usando la temperatura del motor de combustión interna como parámetro. Por tanto, haciendo las regiones de los inyectores de suministro de combustible de diferentes características variables según la temperatura del motor de combustión interna, es posible proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna de alto rendimiento que tiene inyectores dobles.

25 Más preferiblemente, la información se establece de manera que la región de control del segundo mecanismo de inyección de combustible se amplía para incluir una región de velocidad de motor más alta a medida que la temperatura del motor de combustión interna es más baja.

30 Según esta invención, la acumulación de depósitos en el inyector en cilindro se limita adicionalmente a medida que la temperatura del motor de combustión interna es más baja. Por tanto es posible garantizar una región de inyección grande para el inyector de colector de admisión (incluyendo la región en la que se usan tanto el inyector de colector de admisión como el inyector en cilindro), lo que puede mejorar la homogeneidad de la mezcla de aire-combustible.

35 Más preferiblemente, la información indica que el primer mecanismo de inyección de combustible tiene una relación de inyección de combustible que disminuye a medida que aumenta la carga del motor en dicha región de velocidad baja y carga alta.

40 Según la presente invención, en la región de velocidad baja y carga alta, el mezclado de una mezcla de aire-combustible formada por el combustible inyectado desde el inyector en cilindro es pobre, y tal mezcla de aire-combustible no homogénea dentro de la cámara de combustión puede conducir a una combustión inestable. Por consiguiente en la presente invención la relación de inyección de combustible del inyector en cilindro disminuye a medida que la carga del motor pasa a una región de carga alta en la que ocurre un problema de este tipo. Esto puede reducir la variación del par motor generado por el motor que se atribuye a una combustión inestable. Obsérvese que la presente invención equivale de manera general a aumentar la relación de inyección de combustible del primer mecanismo de inyección de combustible a medida que la carga del motor pasa a una región de carga baja predeterminada.

45 Más preferiblemente, la unidad de determinación determina que el motor de combustión interna está en un estado de funcionamiento anómalo durante una operación de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí. Entonces, la unidad de control incluye además un controlador de estado de funcionamiento anómalo que controla el primer mecanismo de inyección de combustible para llevar a cabo una combustión de carga estratificada en el estado de funcionamiento anómalo.

50 Más preferiblemente, la información se establece de manera que se usa el primer mecanismo de inyección de combustible solo en una región de carga del motor baja, predeterminada, cuando la temperatura del motor de combustión interna es alta.

55 En el estado caliente del motor de combustión interna, la temperatura en el orificio de inyección del inyector en cilindro es alta, y es probable que se acumulen depósitos en el orificio de inyección. Según la invención, sin embargo, inyectar el combustible usando el inyector en cilindro puede disminuir la temperatura en el orificio de inyección, impidiendo de ese modo la acumulación de los depósitos en el mismo. Además, puede garantizarse la mínima cantidad de inyección de combustible de la inyección en cilindro al tiempo que se impide la obstrucción del

inyector en cilindro. Por consiguiente, la combustión homogénea se realiza en la región relevante usando el inyector en cilindro.

5 Más preferiblemente, la información se establece de manera que se usa el segundo mecanismo de inyección de combustible solo en una región de carga del motor baja, predeterminada, cuando la temperatura del motor de combustión interna es baja.

10 En el estado frío del motor de combustión interna, si su carga es baja, la cantidad de aire de admisión es pequeña, y no es probable que el combustible se atomice. En tal región, es difícil garantizar una buena combustión con la inyección de combustible usando el inyector en cilindro. Además, particularmente en la región de carga baja y velocidad baja, no es necesario un rendimiento alto usando el inyector en cilindro. Por tanto, según la invención, en lugar del inyector en cilindro, se usa únicamente el inyector de colector de admisión para la inyección de combustible en la región relevante, lo que puede mejorar la homogeneidad de la mezcla de aire-combustible.

15 Según esta invención, la relación de inyección de combustible entre el inyector en cilindro y el inyector de colector de admisión se determina basándose en la velocidad de motor y el factor de carga del motor de combustión interna, y en un estado de funcionamiento normal, se realiza una combustión homogénea con cualquier velocidad de motor y cualquier factor de carga.

20 Más preferiblemente, el primer mecanismo de inyección de combustible es un inyector en cilindro, y el segundo mecanismo de inyección de combustible es un inyector de colector de admisión.

25 Según esta invención, es posible proporcionar un aparato de control para el motor de combustión interna en el que la inyección de combustible se lleva a cabo usando el inyector en cilindro como primer mecanismo de inyección de combustible y el inyector de colector de admisión como segundo mecanismo de inyección de combustible que se proporcionan por separado, que puede solucionar el problema asociado con la combinación de la combustión de carga estratificada y la combustión homogénea así como el problema asociado con la combustión homogénea en el caso de un motor de inyección directa.

30 **Breve descripción de los dibujos**

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

35 La figura 2 muestra un mapa de relación de DI para un estado caliente que se almacena en una ECU de motor que implementa el aparato de control según una realización de la presente invención.

La figura 3 muestra un mapa de relación de DI para un estado frío que se almacena en la ECU de motor que implementa el aparato de control según la realización de la presente invención.

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

45 **Mejores modos para llevar a cabo la invención**

A continuación en el presente documento se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos. En la siguiente descripción, las mismas partes tienen asignados los mismos caracteres de referencia y también tienen los mismos nombres y funciones. Por tanto, no se repetirá la descripción detallada de las mismas.

50 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 se limita a un motor de este tipo.

55 Tal como se muestra en la figura 1, el motor 10 incluye cuatro cilindros 112, cada uno conectado por medio de un correspondiente colector 20 de admisión a un depósito 30 de compensación común. El depósito 30 de compensación está conectado por medio de un conducto 40 de admisión a un depurador 50 de aire. Un medidor 42 de flujo de aire está dispuesto en el conducto 40 de admisión, y una válvula 70 de mariposa accionada por un motor 60 eléctrico también está dispuesta en el conducto 40 de admisión. La válvula 70 de mariposa tiene su grado de apertura controlado según 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.

65 Cada cilindro 112 está dotado de un inyector 110 en cilindro para inyectar combustible en el cilindro y un inyector 120 de colector de admisión para inyectar combustible en un orificio de admisión o/y un colector de admisión. Los inyectores 110 y 120 se controlan basándose en señales de salida de la ECU 300 de motor. Además, el inyector 110

en cilindro de cada cilindro está conectado a un tubo 130 de distribución de combustible común. El tubo 130 de distribución de combustible está conectado a una bomba 150 de combustible de alta presión de tipo accionada por motor, por medio de una válvula 140 de retención que permite un flujo en dirección al tubo 130 de distribución de combustible. En la presente realización, se explica un motor de combustión interna que está dotado de dos inyectores por separado, aunque la presente invención no está limitada a un motor de combustión interna de este tipo. Por ejemplo, el motor de combustión interna puede tener un inyector que puede efectuar tanto una inyección en cilindro como una inyección de 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 por medio de una válvula 152 de descarga electromagnética al lado de admisión de la bomba 150 de combustible de alta presión. A medida que el grado de apertura de la válvula 152 de descarga electromagnética es más pequeño, la cantidad de combustible suministrado desde la bomba 150 de combustible de alta presión al tubo 130 de distribución de combustible aumenta. Cuando la válvula 152 de descarga electromagnética está totalmente abierta, el suministro de combustible desde la bomba 150 de combustible de alta presión al tubo 130 de distribución de combustible se detiene. La válvula 152 de descarga electromagnética se controla basándose en una señal de salida de la ECU 300 de motor.

Cada inyector 120 de colector de admisión está conectado a un tubo 160 de distribución de combustible común en un lado de baja presión. El tubo 160 de distribución de combustible y la bomba 150 de combustible de alta presión están conectados por medio 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 por medio 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 de 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 impide que tanto la presión del combustible suministrado al inyector 120 de colector de admisión como la presión del combustible suministrado a la bomba 150 de combustible de alta presión se vuelvan más altas que la presión de combustible preestablecida descrita anteriormente.

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 por medio de un bus 310 bidireccional.

El medidor 42 de flujo de aire genera una tensión de salida que es proporcional a la cantidad de aire de admisión, y la tensión de salida se introduce por medio de un convertidor 370 A/D 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 la temperatura de refrigerante del motor, que se introduce por medio de un convertidor 390 A/D en el puerto 350 de entrada.

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

El sensor 420 de relación aire-combustible del sistema de motor de la presente realización es un sensor de relación aire-combustible de intervalo completo (sensor de relación aire-combustible lineal) que genera una tensión de salida proporcional a la relación aire-combustible de la mezcla de aire-combustible quemada en el motor 10. Como sensor 420 de relación aire-combustible puede emplearse un sensor de O₂, que detecta, en un modo todo o nada, si la relación aire-combustible de la mezcla de aire-combustible quemada en motor 10 es rica o pobre con respecto a una relación aire-combustible teórica.

El pedal 100 acelerador está conectado con un sensor 440 de posición del pedal acelerador que genera una tensión de salida proporcional al grado de opresión del pedal 100 acelerador, que se introduce por medio de un convertidor 450 A/D en el puerto 350 de entrada. Además, un sensor 460 de velocidad de motor que genera un pulso 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 cantidad de inyección de combustible que se establecen en asociación con estados de funcionamiento basándose en el factor de carga de motor y la velocidad de motor obtenidos mediante el sensor 440 de posición del 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 del motor.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, a continuación se describirán mapas que indican cada uno una relación de inyección de combustible entre el inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión, identificada como información asociada con un estado de funcionamiento del motor 10. En el presente documento, la relación de

inyección de combustible entre los dos inyectores también se expresará como relación de la cantidad del combustible inyectado desde el inyector 110 en cilindro con respecto a la cantidad total del combustible inyectado, que se denomina “relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro”, o “relación de DI (Inyección directa) (r)”. Los mapas se almacenan en la ROM 320 de la ECU 300 de motor. La figura 2 muestra el mapa para el estado caliente del motor 10 y la figura 3 muestra el mapa para el estado frío del motor 10.

En los mapas mostrados en las figuras 2 y 3, representando el eje horizontal la velocidad de motor del motor 10 y representando el eje vertical el factor de carga, la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro, o la relación de DI r , se expresa en porcentaje.

Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, la relación de DI r se establece para cada región de funcionamiento que viene determinada por la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10. “RELACIÓN DE DI $r = 100\%$ ” representa la región en la que se lleva a cabo una inyección de combustible usando sólo el inyector 110 en cilindro, y “RELACIÓN DE DI $r = 0\%$ ” representa la región en la que se lleva a cabo una inyección de combustible usando sólo el inyector 120 de colector de admisión. “RELACIÓN DE DI $r \neq 0\%$ ”, “RELACIÓN DE DI $r \neq 100\%$ ” y “ $0\% < \text{RELACIÓN DE DI } r < 100\%$ ” representan cada uno la región en la que se lleva a cabo una inyección de combustible usando tanto el inyector 110 en cilindro como el inyector 120 de colector de admisión. Generalmente, el inyector 110 en cilindro contribuye a un aumento del rendimiento de salida, mientras que el inyector 120 de colector de admisión contribuye a la uniformidad de la mezcla de aire-combustible. Estos dos tipos de inyectores que tienen características diferentes se seleccionan de manera apropiada dependiendo de la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10, de modo que sólo se lleva a cabo una combustión homogénea en el estado de funcionamiento normal del motor 10 (distinto del estado de funcionamiento anómalo tal como un estado de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí, por ejemplo) (lo que corresponde a una primera invención).

Además, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, la relación de inyección de combustible entre el inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión se define como la relación de DI r , de manera individual en los mapas para el estado caliente y el estado frío del motor. Los mapas están configurados para indicar diferentes regiones de control del inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión a medida que cambia la temperatura del motor 10. Cuando la temperatura del motor 10 detectada es igual o superior a un valor umbral de temperatura predeterminado, se selecciona el mapa para el estado caliente mostrado en la figura 2; de lo contrario, se selecciona el mapa para el estado frío mostrado en la figura 3. Uno o ambos del inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión se controlan basándose en el mapa seleccionado y según la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10 (lo que corresponde a una segunda invención).

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

Al comparar la figura 2 y la figura 3, NE(3) del mapa para el estado frío mostrado en la figura 3 es mayor que NE(1) del mapa para el estado caliente mostrado en la figura 2. Esto muestra que, a medida que la temperatura del motor 10 es más baja, la región de control del inyector 120 de colector de admisión se amplía para incluir la región de velocidad de motor más alta (lo que corresponde a una tercera invención). Es decir, cuando motor 10 está frío, no es probable que se acumulen depósitos en el orificio de inyección del inyector 110 en cilindro (incluso aunque no se inyecte el combustible desde el inyector 110 en cilindro). Por tanto, la región en la que la inyección de combustible ha de llevarse a cabo usando el inyector 120 de colector de admisión puede ampliarse, para mejorar de ese modo la homogeneidad.

Al comparar la figura 2 y la figura 3, “RELACIÓN DE DI $r = 100\%$ ” se cumple en la región en la que la velocidad de motor del motor 10 es igual o superior a NE(1) en el mapa para el estado caliente, y en la región en la que la velocidad de motor es NE(3) o superior en el mapa para el estado frío. Además, a excepción de la región de velocidad baja, “RELACIÓN DE DI $r = 100\%$ ” se cumple 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 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 a menudo usando sólo el inyector 110 en cilindro en la región en la que la carga de motor está a un nivel alto predeterminado. Sin embargo, en la región de velocidad baja y carga alta, el mezclado de una mezcla de aire-combustible formada por el combustible inyectado desde el inyector 110 en cilindro es pobre, y tal mezcla de aire-combustible no homogénea dentro de la cámara de combustión puede conducir a una combustión inestable. Por consiguiente, la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se aumenta a medida que la velocidad de motor aumenta cuando es poco probable que ocurra tal problema (lo que corresponde a la primera invención), mientras que la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se disminuye a medida que la carga de motor aumenta cuando es probable que ocurra tal problema (lo que corresponde a una cuarta invención). Estos cambios en la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro, o en la relación de DI r , se muestran mediante flechas en cruz en las figuras 2 y 3. De esta manera, puede eliminarse la variación en el par motor generado por el motor que puede atribuirse a la combustión inestable. Cabe destacar que estas medidas

son aproximadamente equivalentes a las medidas de disminuir la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro a medida que el estado del motor pasa a la región de velocidad baja predeterminada, o de aumentar la relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro a medida que el estado del motor pasa a la región de carga baja predeterminada. Además, a excepción de la región relevante (indicada mediante las flechas en cruz en las figuras 2 y 3), en la región en la que se lleva a cabo una inyección de combustible usando sólo el inyector 110 en cilindro (en el lado de velocidad alta y en el lado de carga baja), se obtiene fácilmente una mezcla de aire-combustible homogénea incluso cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en cilindro. En este caso, el combustible inyectado desde el inyector 110 en cilindro se atomiza dentro de la cámara de combustión implicando calor latente de la vaporización (absorbiendo calor de la cámara de combustión). Por consiguiente, la temperatura de la mezcla de aire-combustible se disminuye en el lado de compresión y, por tanto, mejora el comportamiento antidetonante. Además, con la reducción de la temperatura de la cámara de combustión, mejora la eficiencia de admisión, lo que conduce a una alta potencia de salida.

En el mapa para el estado caliente en la figura 2, la inyección de combustible también se lleva a cabo usando sólo el inyector 110 en cilindro cuando el factor de carga es $KL(1)$ o menos. Esto muestra que se usa el inyector 110 en cilindro solo en una región de carga baja predeterminada cuando la temperatura del motor 10 es alta (lo que corresponde a una sexta invención). Cuando el motor 10 está en el estado caliente, es probable que se acumulen depósitos en el orificio de inyección del inyector 110 en cilindro. Sin embargo, cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando el inyector 110 en cilindro, la temperatura del orificio de inyección puede disminuirse, con lo que se impide la acumulación de depósitos. Además, puede impedirse la obstrucción del inyector 110 en cilindro mientras se garantiza una mínima cantidad de inyección de combustible del mismo. Por tanto, se usa el inyector 110 en cilindro solo en la región relevante.

Al comparar la figura 2 y la figura 3, existe una región de "RELACIÓN DE $DI r = 0\%$ " sólo en el mapa para el estado frío en la figura 3. Esto muestra que se lleva a cabo una inyección de combustible usando sólo el inyector 120 de colector de admisión en una región de carga baja predeterminada ($KL(3)$ o menos) cuando la temperatura del motor 10 es baja (lo que corresponde a una séptima invención). Cuando el motor 10 está frío y con carga baja y la cantidad de aire de admisión es pequeña, es poco probable que ocurra la atomización del combustible. En tal región, es difícil garantizar una combustión favorable con la inyección de combustible desde el inyector 110 en cilindro. Además, particularmente en la región de carga baja y velocidad baja, no es necesaria una potencia de salida alta usando el inyector 110 en cilindro. Por consiguiente, la inyección de combustible se lleva a cabo usando el inyector 120 de colector de admisión solo, en lugar de usar el inyector 110 en cilindro, en la región relevante.

Además, en un funcionamiento distinto del funcionamiento normal, es decir, en el estado de calentamiento del catalizador al ralentí del motor 10 (estado de funcionamiento anómalo), el inyector 110 en cilindro se controla para llevar a cabo una combustión de carga estratificada (lo que corresponde a una quinta invención). Al provocar la combustión de carga estratificada durante la operación de calentamiento de catalizador, se promueve el calentamiento del catalizador y por tanto se mejora la emisión de gases de escape.

En el motor 10 se consigue una combustión homogénea estableciendo el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro en la carrera de admisión, mientras que se consigue una combustión de carga estratificada estableciéndolo en la carrera de compresión. Es decir, cuando el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se establece en la carrera de compresión, puede ubicarse una mezcla de aire-combustible rica localmente alrededor de la bujía de encendido, de modo que se enciende una mezcla de aire-combustible pobre en la cámara de combustión en conjunto para realizar la combustión de carga estratificada. Incluso aunque el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se establezca en la carrera de admisión, puede realizarse una combustión de carga estratificada si es posible ubicar una mezcla de aire-combustible rica localmente alrededor de la bujía de encendido.

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

ES 2 537 003 T3

Haciendo referencia a la figura 4 se describirá una estructura de control de un programa que ejecuta la ECU 300 de motor que implementa el aparato de control según una realización de la presente invención.

5 En la etapa (a continuación en el presente documento, abreviada como "S") 100, la ECU 300 de motor detecta la temperatura de refrigerante del motor THW basándose en la entrada de datos procedente del sensor 380 de temperatura de refrigerante. En la S110, la ECU 300 de motor determina si la temperatura de refrigerante del motor THW detectada es igual o superior a un valor umbral de temperatura predeterminado THW(TH), que puede establecerse a de 70°C a 90°C, por ejemplo. Si la temperatura de refrigerante del motor THW es igual o superior al valor umbral de temperatura THW(TH) (SÍ en la S110), el proceso pasa a S120. Si no (NO en la S110), el proceso pasa a S130.

10 En la S120, la ECU 300 de motor selecciona el mapa para el estado caliente (figura 2).

15 En la S130, la ECU 300 de motor selecciona el mapa para el estado frío (figura 3).

20 En la S140, la ECU 300 de motor calcula la relación de DI r a partir de la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10, basándose en el mapa seleccionado. La velocidad de motor del motor 10 se calcula basándose en la entrada de datos procedente del sensor 460 de velocidad del motor, y el factor de carga se calcula basándose en la entrada de datos procedente del sensor 440 de posición del pedal acelerador así como el estado de marcha del vehículo.

25 En la S150, la ECU 300 de motor calcula la cantidad de inyección de combustible y el momento de la inyección del inyector 110 en cilindro si la relación de DI r = 100%, calcula la cantidad de inyección de combustible y el momento de la inyección del inyector 120 de colector de admisión si la relación de DI r = 0%, o calcula las cantidades de inyección de combustible y los momentos de inyección del inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión si la relación de DI r ≠ 0% o la relación de DI r ≠ 100% (0% < relación de DI r < 100%).

30 En la S160, la ECU 300 de motor controla el inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión basándose en la(s) cantidad(es) de inyección de combustible y el/los momento(s) de inyección calculado(s), para efectuar la inyección de combustible.

35 A continuación se describirá un funcionamiento del motor 10 controlado por la ECU 300 de motor que implementa el aparato de control para un motor de combustión interna de la presente realización basándose en la estructura y el diagrama de flujo descritos anteriormente.

[En el arranque del motor]

40 Por ejemplo, inmediatamente después del arranque del motor 10 cuando el motor 10 está frío, la ECU 300 de motor controla el motor 10 suponiendo que está en el estado de funcionamiento anómalo que no corresponde a ninguna de las figuras 2-4. En este estado, el catalizador está inactivo, y debería evitarse la emisión de gases de escape a la atmósfera. Por tanto, el motor entra en un modo de combustión de carga estratificada, y el combustible se inyecta desde el inyector 110 en cilindro para realizar una combustión de carga estratificada. La combustión de carga estratificada en este caso dura desde algunos segundos hasta algunas decenas de segundos.

45 Cabe destacar que la combustión de carga estratificada en el presente documento incluye tanto la combustión de carga estratificada como la combustión de carga semiestratificada, como se describió anteriormente.

[En el estado frío del motor]

50 La temperatura del motor 10 aumenta tras el arranque del mismo. El mapa para el estado frío (figura 3) se selecciona hasta que la temperatura del motor 10 (temperatura de refrigerante del motor THW) alcanza un valor umbral de temperatura predeterminado (de 80°C, por ejemplo) (NO en la S110).

55 La relación de inyección de combustible del inyector 100 en cilindro, es decir, la relación de DI r, se calcula basándose en el mapa seleccionado para el estado frío (figura 3) y en la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10. La relación de DI r obtenida se usa para calcular la(s) cantidad(es) de inyección de combustible y el/los momento(s) de inyección (S150), y basándose en ello, se controlan el inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión para llevar a cabo la inyección de combustible. En este estado, se efectúa una combustión homogénea en cualquier región mostrada en la figura 3.

60 [En el estado caliente del motor]

65 Con un aumento adicional, cuando la temperatura del motor 10 (temperatura de refrigerante del motor THW) se vuelve igual o superior al valor umbral de temperatura predeterminado (de 80°C, por ejemplo) (SÍ en la S110), se selecciona el mapa para el estado caliente (figura 2).

La relación de inyección de combustible del inyector 110 en cilindro, es decir, la relación de DI_r , se calcula basándose en el mapa seleccionado para el estado caliente (figura 2) y en la velocidad de motor y el factor de carga del motor 10. Basándose en la relación de DI_r calculada, se calculan la(s) cantidad(es) de inyección de combustible y el/los momento(s) de inyección (S 150), y basándose en ello, se controlan el inyector 110 en cilindro y el inyector 120 de colector de admisión para llevar a cabo la inyección de combustible. En este estado, se efectúa una combustión homogénea en cualquier región mostrada en la figura 2.

Como se describió anteriormente, en el motor controlado por la ECU de motor de la presente realización, cuando la inyección de combustible se lleva a cabo usando tanto el inyector en cilindro como el inyector de colector de admisión, la relación de inyección de combustible entre los mismos se controla basándose en los mapas que están preparados por separado, por ejemplo, para el estado caliente y el estado frío del motor de combustión interna, y se establecen según la velocidad de motor y el factor de carga del motor. En este momento, el control de la relación de inyección de combustible se lleva a cabo basándose en los mapas de manera que se realiza una combustión homogénea por toda la región. Por consiguiente, puede solucionarse el problema convencional asociado con el control de la conmutación entre la combustión de carga estratificada y la combustión homogénea, así como el problema convencional asociado con el control de la combustión homogénea en el caso de un motor de inyección directa.

Obsérvese que preferiblemente el inyector 110 en cilindro se sincroniza para inyectar combustible en la carrera de compresión por el siguiente motivo, aunque en el motor 10 descrito anteriormente, el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se establece en la carrera de admisión en una región básica correspondiente a casi toda la región (en el presente documento, la región básica se refiere a la región distinta de la región en la que se lleva a cabo la combustión de carga semiestratificada haciendo que el inyector 120 de colector de admisión inyecte el combustible en la carrera de admisión y haciendo que el inyector 110 en cilindro inyecte el combustible en la carrera de compresión, lo que se lleva a cabo sólo en el estado de calentamiento del catalizador). El momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro, sin embargo, puede establecerse temporalmente en la carrera de compresión con el propósito de estabilizar la combustión, por los siguientes motivos.

Cuando el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se establece en la carrera de compresión, la mezcla de aire-combustible se refrigera mediante el combustible inyectado mientras que la temperatura en el cilindro es relativamente alta. Esto mejora el efecto de refrigeración y, por tanto, el comportamiento antidetonante. Además, cuando el momento de la inyección de combustible del inyector 110 en cilindro se establece 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 la tasa de combustión aumenta. La mejora en el comportamiento antidetonante y el aumento en la tasa de combustión pueden impedir la variación en la combustión y, por tanto, se mejora la estabilidad de la combustión.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (300) de control para un motor (10) de combustión interna,
5 comprendiendo el motor de combustión interna:
un primer mecanismo (110) de inyección de combustible
para inyectar un combustible en un cilindro (112), y
10 un segundo mecanismo (120) de inyección de combustible
para inyectar un combustible en un orificio de admisión y/o un colector (20) de admisión,
15 comprendiendo el aparato de control:
una unidad de determinación
para determinar si dicho motor de combustión interna está en un estado de funcionamiento normal o
20 en un estado de funcionamiento anómalo;
siendo el estado de funcionamiento anómalo un estado de funcionamiento durante una operación
de calentamiento del catalizador durante la marcha al ralentí; y
25 una unidad de control
para controlar dichos mecanismos de inyección de combustible primero y segundo,
basándose en información asociada con un estado de funcionamiento de dicho motor de
30 combustión interna,
de manera que,
cuando se determina que dicho motor de combustión interna está en dicho estado de
35 funcionamiento normal,
se lleva a cabo únicamente una combustión homogénea por todo el intervalo de funcionamiento del
motor, y,
40 cuando se determina que dicho motor de combustión interna está en dicho estado de
funcionamiento anómalo,
se lleva a cabo una combustión de carga semiestratificada durante la operación de calentamiento del
45 catalizador durante la marcha al ralentí, en el que
dicha información es información de que dicho primer mecanismo de inyección de combustible
tiene una relación de inyección de combustible, que se define como la relación de la cantidad del
combustible inyectado desde dicho primer mecanismo de inyección de combustible con respecto
50 a la cantidad total de combustible inyectado, que aumenta a medida que aumenta la velocidad de
motor en una región de velocidad baja y carga alta.
2. Aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicha
información se establece de manera que regiones de control de dichos mecanismos de inyección de
55 combustible primero y segundo cambian a medida que cambia la temperatura de dicho motor de
combustión interna,
comprendiendo además el aparato de control:
una unidad de detección para detectar la temperatura de dicho motor de combustión interna,
60 controlando dicha unidad de control los mecanismos de inyección de combustible basándose en dicha
temperatura detectada y dicha información.
3. Aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicha
información se establece de manera que una región de control de dicho segundo mecanismo de inyección
65 de combustible se amplía para incluir una región de velocidad de motor más alta a medida que la

temperatura de dicho motor de combustión interna es más baja.

4. Aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicha información es información de que dicho primer mecanismo de inyección de combustible tiene una relación de inyección de combustible que disminuye a medida que aumenta la carga del motor en dicha región de velocidad baja y carga alta.
5
5. Aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicha información se establece de manera que se usa dicho primer mecanismo de inyección de combustible solo en una región de carga del motor baja, predeterminada, cuando la temperatura de dicho motor de combustión interna es alta.
10
6. Aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicha información se establece de manera que se usa dicho segundo mecanismo de inyección de combustible solo en una región de carga del motor baja, predeterminada, cuando la temperatura de dicho motor de combustión interna es baja.
15
7. Aparato de control para un motor de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que
20
dicho primer mecanismo de inyección de combustible es un inyector en cilindro, y
dicho segundo mecanismo de inyección de combustible es un inyector de colector de admisión.

FIG. 1

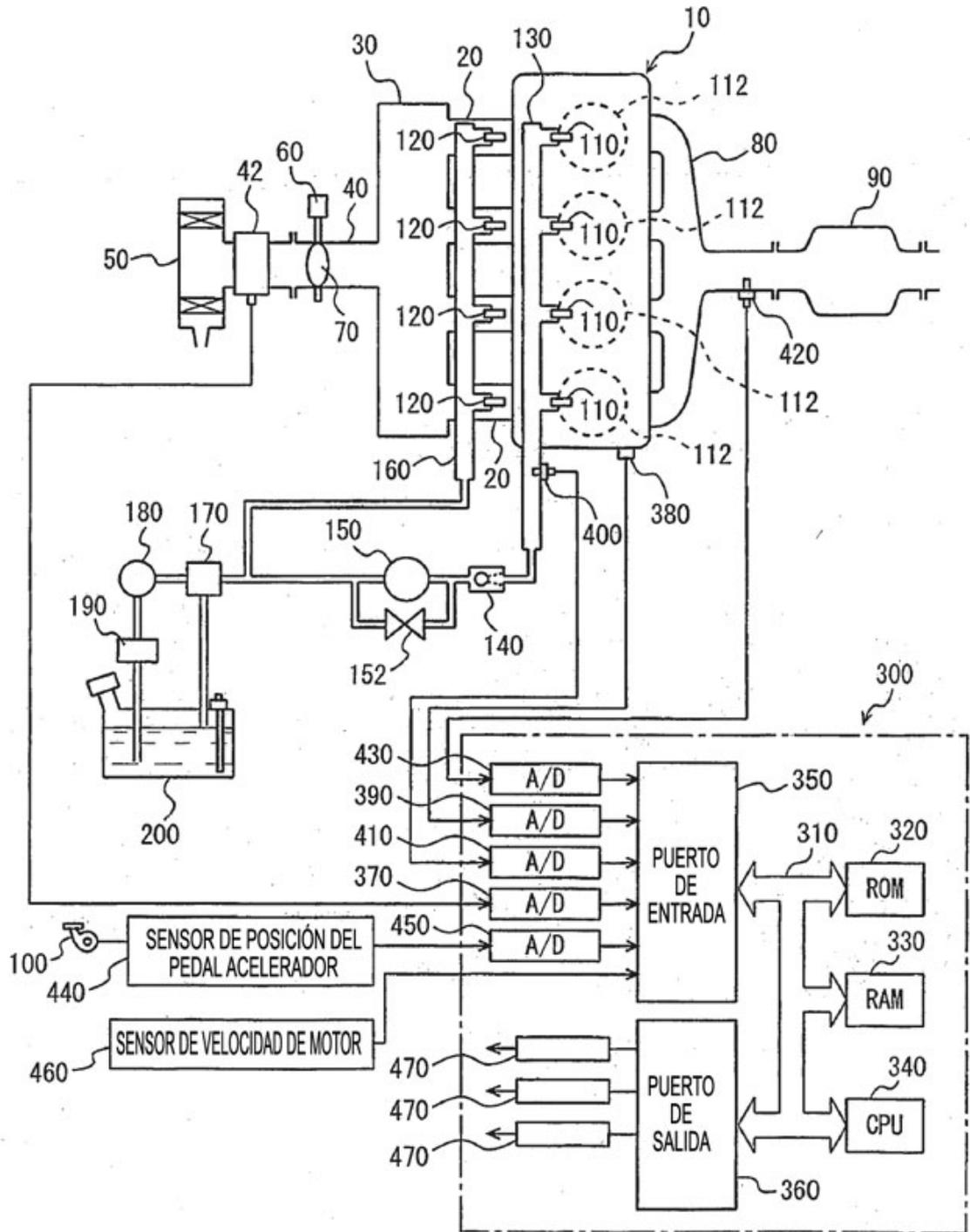


FIG. 2

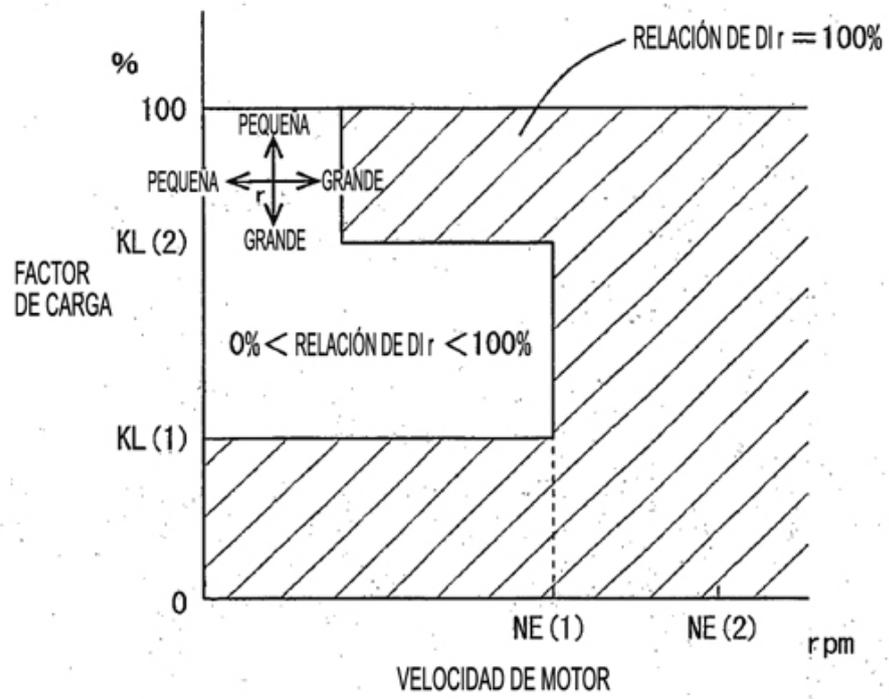


FIG. 3

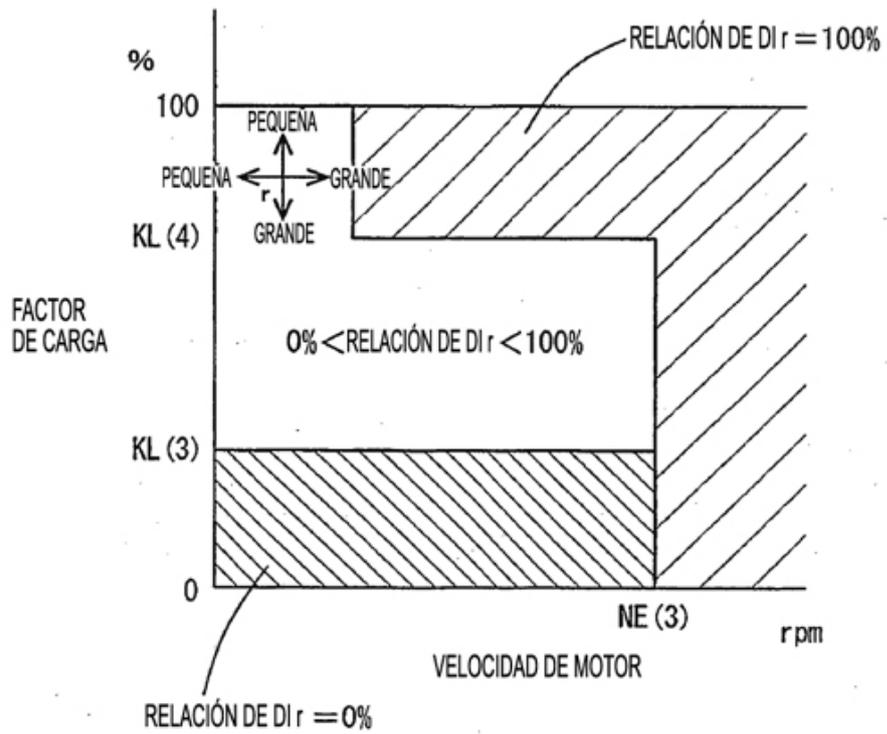


FIG. 4

