



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 348 279**

51 Int. Cl.:
F02D 41/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04020468 .7**

96 Fecha de presentación : **27.08.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1515033**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **Aparato de control de inyección de combustible para motor diésel.**

30 Prioridad: **12.09.2003 JP 2003-321409**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.12.2010

73 Titular/es: **Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha
1, Toyota-cho,
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-857, JP**

72 Inventor/es: **Ito, Takekazu y
Sugiyama, Tatsumasa**

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 de inyección de combustible para motor diésel.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de control de inyección de combustible aplicado a un motor diésel que funciona con cambio de un modo de combustión según una condición de conducción.

10 En un motor diésel que tiene un sistema de recirculación de gases de escape (EGR) para recircular parte de los gases de escape al aire de admisión, una tasa de EGR superior da como resultado una mayor disminución de la temperatura de combustión y una cantidad reducida de emisión de óxido de nitrógeno (NOx), donde la tasa de EGR es la razón del gas EGR con respecto al aire de admisión (aire nuevo + gas EGR) introducido en una cámara de combustión. Por otro lado, cuando la tasa de EGR supera un límite fijado, la cantidad de escape de humo aumenta rápidamente. Por
15 este motivo, se había considerado que la tasa de EGR (30%-50%) a la que la cantidad de escape de humo aumentaba rápidamente era un límite superior admisible.

Recientemente se confirmó que existe un máximo en el cambio de la cantidad de escape de humo según el aumento de la tasa de EGR anterior y la cantidad de escape de humo disminuye rápidamente cuando la tasa de EGR aumenta más allá del máximo. Se encontró que puede hacerse que la cantidad de escape de humo sea casi cero a una tasa de EGR
20 del 55% al 65% o más siempre que se establezcan condiciones adecuadas mediante la adopción de un enfriador de EGR eficaz, introducción de EGR de alto volumen, adaptación del momento de inyección de combustible, y similares. También ha quedado claro que su factor principal es que la combustión se vuelve inactiva a una alta tasa de EGR, y por tanto la temperatura de combustión disminuye hasta un nivel no superior a la temperatura de generación de hollín
25 que conduce a humo.

En los últimos años, los motores diésel han atraído la atención, los motores diésel que pueden reducir simultáneamente la cantidad de emisión de NOx y la cantidad de emisión de humo realizando la combustión a una tasa de EGR que supera el máximo mencionado anteriormente, es decir, denominada combustión a baja temperatura. Sin embargo,
30 cuando la cantidad de inyección de combustible supera una tasa constante, se vuelve imposible garantizar completamente el aire nuevo necesario para la combustión a la alta tasa de EGR anterior. Por tanto, el funcionamiento se realiza en un motor diésel con cambio de un modo de combustión entre el modo de combustión normal, en el que la combustión se realiza a la tasa de EGR inferior al máximo mencionado anteriormente, y el modo de combustión a baja temperatura mencionado anteriormente según un estado de funcionamiento del motor.

En el modo de combustión a baja temperatura, dado que la eficacia de combustión disminuye un poco en relación con la introducción de EGR de alto volumen en comparación con el modo de combustión normal, el par de torsión que genera un motor de combustión interna disminuye aunque no se cambie la cantidad de inyección de combustible. Por ejemplo, tal como se describe en la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2000-64879,
40 se propone un aparato de control de la inyección de combustible para un motor diésel, ajustando el aparato la cantidad de inyección de combustible cuando se cambia el modo de combustión para evitar fluctuaciones del par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión que resultan de la diferencia entre eficacias de producción de par de torsión. En este aparato de control de la inyección de combustible convencional, se preparan por separado mapas de cálculo de la cantidad de inyección de combustible basándose en la velocidad de motor y las cargas requeridas
45 (cantidad de manipulación del acelerador, etc.) o funciones de cálculo de la cantidad de inyección de combustible basándose en los mismos para el modo de combustión normal y el modo de combustión a baja temperatura. La cantidad de inyección de combustible mencionada anteriormente se ajusta cambiando esos mapas de cálculo o funciones de cálculo según el cambio del modo de combustión.

La publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2000-64879 da a conocer la tecnología para realizar el procesamiento de cambio gradual de cambiar gradualmente la cantidad de inyección de combustible desde un valor en el modo de combustión antes del cambio a un valor en el modo de combustión después del cambio cuando se ajusta la cantidad de inyección de combustible en el momento del cambio del modo de combustión. Según tal procesamiento de cambio gradual, es posible suprimir de manera adecuada el deterioro temporal del equilibrio de
50 la tasa de EGR y la cantidad de inyección de combustible en el proceso de cambio del modo de combustión que resulta del retardo del cambio de la cantidad de aire nuevo y la cantidad de EGR en el momento del cambio del modo de combustión, y además reducir las fluctuaciones de par de torsión.

Según la tecnología convencional mencionada anteriormente, es posible suprimir de manera adecuada las fluctuaciones de par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión que resultan de la diferencia de la eficacia de producción de par de torsión entre modos de combustión. Pero todavía pueden realizarse mejoras. Por tanto, generalmente en un motor diésel, la cantidad de inyección de combustible se usa como un valor de índice de la carga del motor en muchos controles distintos al control de la cantidad de inyección de combustible. Por tanto, al igual que el aparato de control de la inyección de combustible convencional, existe la posibilidad de que se produzca
60 un mal funcionamiento en tales otros controles al ajustar la propia cantidad de inyección de combustible según el cambio del modo de combustión, o al realizar un procesamiento de cambio gradual a la propia cantidad de inyección de combustible.

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de control de la inyección de combustible para un motor diésel que puede disminuir las fluctuaciones de par de torsión en el momento de cambiar de un modo de combustión sin influir sobre otros sistemas de control.

Para lograr los objetivos anteriores y otros, y según el propósito de la presente invención, se proporciona un aparato de control de la inyección de combustible aplicado a un motor diésel que puede cambiar modos de combustión según una condición de conducción. El aparato computa una cantidad de inyección requerida basándose en una velocidad de motor y una carga que actúa sobre el motor, y corrige la cantidad de inyección requerida computada usando una cantidad de corrección de par de torsión que representa una diferencia en la cantidad de inyección para generar un par de torsión requerido del motor entre diferentes modos de combustión, determinando de ese modo un valor de instrucción de cantidad de inyección. Cuando se cambian los modos de combustión, el aparato cambia gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión desde un valor requerido en el modo de combustión antes del cambio a un valor requerido para el modo de combustión después del cambio.

La presente invención también proporciona un procedimiento para controlar un aparato de control de la inyección de combustible aplicado a un motor diésel que puede cambiar el modo de combustión según una condición de conducción. El procedimiento incluye: computar una cantidad de inyección requerida basándose en una velocidad de motor y una carga que actúa sobre el motor; corregir la cantidad de inyección requerida usando una cantidad de corrección de par de torsión que representa una diferencia en la cantidad de inyección requerida para generar un par de torsión requerido entre diferentes modos de combustión, determinando de ese modo un valor de instrucción de cantidad de inyección; y cambiar gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión desde un valor requerido en el modo de combustión antes del cambio a un valor requerido para el modo de combustión después del cambio cuando se cambia el modo de combustión.

Otros aspectos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustra a modo de ejemplo los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La invención, junto con los objetos y las ventajas de la misma, puede entenderse mejor mediante referencia a la siguiente descripción de las realizaciones actualmente preferidas junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un motor de combustión interna según una realización de la presente invención;

la figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de un mapa de cálculo de cantidad de corrección de par de torsión requerida;

la figura 3 es un gráfico que muestra una cantidad de inyección requerida y una cantidad de corrección de una cantidad de inyección antes y después del cambio de modo de combustión;

la figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un flujo de procesamiento en el momento del cambio de modo de combustión;

la figura 5 es un diagrama de flujo de una rutina de cálculo de contador de retardo/cambio gradual;

la figura 6(A) es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de un mapa de cálculo de contador de retardo;

la figura 6(B) es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de un mapa de cálculo de contador de cambio gradual;

la figura 7 es un diagrama de flujo de una rutina de cálculo de coeficiente de cambio gradual;

la figura 8 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de un mapa de cálculo de coeficiente de cambio gradual;

la figura 9 es un diagrama de flujo de una rutina de cálculo de valor de instrucción de control de inyección;

la figura 10(a) es un gráfico que muestra cambios del valor requerido de un sistema de inyección;

la figura 10(b) es un gráfico que muestra cambios de un valor de instrucción según la fijación de un coeficiente de cambio gradual; y

la figura 11 es un diagrama temporal que muestra un ejemplo de un control en el momento de cambio de modo de combustión.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación en el presente documento, se describirá un aparato de control de la inyección de combustible para un motor de combustión interna según una realización de la presente invención con referencia a las figuras 1 a 11.

Tal como se muestra en la figura 1, un motor 10 diésel comprende un sistema de inyección de combustible de raíl común, un turboalimentador 11, un conducto 12 de aire de admisión, una cámara 13 de combustión y un conducto 14 de escape.

En el conducto 12 de aire de admisión que constituye un sistema de entrada del motor 10 diésel, un medidor 16 del flujo de aire, un compresor 17 del turboalimentador 11, un enfriador 18 intermedio y una válvula 19 de mariposa de admisión están dispuestos en orden desde un depurador 15 de aire, dispuesto en la sección más aguas arriba, en sentido aguas abajo. El conducto 12 de aire de admisión se ramifica en un colector 20 de admisión proporcionado en la parte aguas abajo de la válvula 19 de mariposa de admisión, y está conectado a la cámara 13 de combustión de cada cilindro del motor 10 diésel a través de un orificio 21 de entrada.

Por otro lado, en el conducto 14 de escape que constituye el sistema de escape del motor 10 diésel, un orificio 22 de escape conectado a la cámara 13 de combustión de cada cilindro está conectado a la turbina 24 de escape del turboalimentador 11 a través de un colector 23 de escape. Un convertidor 25 de catalizador de NOx, un filtro 26 de MP y un convertidor 27 catalítico de oxidación están dispuestos en la parte aguas abajo de la turbina 24 de escape en el conducto 14 de escape de manera secuencial desde la parte aguas arriba.

El convertidor 25 de catalizador de NOx porta un catalizador de NOx del tipo de oclusión-reducción. Este catalizador de NOx ocluye el NOx en el gas de escape cuando la concentración de oxígeno del gas de escape es alta, y emite el NOx ocluido cuando la concentración de oxígeno del gas de escape es baja. El catalizador de NOx reduce y purifica el NOx emitido cuando existe una cantidad suficiente del componente combustible usado como agente reductor sin quemar en el entorno en el momento de la emisión de NOx mencionada anteriormente.

El filtro 26 de MP que es un filtro del gas de escape para recoger la MP en el gas de escape está formado por un material poroso. Este filtro 26 de MP porta un catalizador de NOx del tipo de oclusión-reducción de manera similar al convertidor 25 de catalizador de NOx, y purifica el NOx en el gas de escape. La MP que se recoge se oxida y se elimina mediante una reacción desencadenada por el catalizador de NOx.

El convertidor 27 catalítico de oxidación porta un catalizador de oxidación, y oxida y purifica el HC y CO en el gas de escape.

Un sensor 28 de temperatura de gas de entrada para detectar la temperatura del gas de entrada que es la temperatura del gas de escape que fluye al interior del filtro 26 de MP, y un sensor 29 de temperatura de gas de salida para detectar la temperatura del gas de salida que es la temperatura del gas de escape tras pasar a través del filtro 26 de MP están dispuestos respectivamente en la parte aguas arriba y en la parte aguas abajo del filtro 26 de MP en el conducto 14 de escape. Además, un sensor 30 de presión diferencial para detectar la diferencia de presión entre la parte aguas arriba de escape y la parte aguas abajo de escape del filtro 26 de MP está dispuesto en el conducto 14 de escape. Además, dos sensores 31 y 32 de oxígeno para detectar concentraciones de oxígeno en el gas de escape están dispuestos respectivamente en la parte aguas arriba de escape del convertidor 25 de catalizador de NOx y entre el filtro 26 de MP y el convertidor 27 catalítico de oxidación en el conducto 14 de escape.

Además, se proporciona un sistema de recirculación de gas de escape (a continuación en el presente documento, denominado sistema EGR (*Exhaust gas recirculation*)) que recircula una parte del gas de escape al aire en el conducto 12 de aire de admisión, en este motor 10 diésel. El sistema EGR está equipado con un conducto 33 de EGR que se comunica con el conducto 14 de escape y el conducto 12 de aire de admisión. La sección más aguas arriba del conducto 33 de EGR está conectada a la parte aguas arriba de escape de la turbina 24 de escape en el conducto 14 de escape. Un catalizador 34 de EGR que reforma el gas de escape recirculado, un enfriador 35 de EGR que enfría el gas de escape a alta presión. El combustible a alta presión se alimenta al raíl 42 común a través de la bomba 43 de alimentación de combustible. La presión del combustible a alta presión en el raíl 42 común se detecta mediante un sensor 44 de presión de raíl instalado en este raíl 42 común. Además, se alimenta combustible a baja presión a un inyector 36 de adición de combustible a través de un tubo 45 de alimentación de combustible a baja presión desde la bomba 43 de alimentación de combustible.

Por otro lado, se proporciona un inyector 40 en la cámara de combustión de cada cilindro del motor 10 diésel. Cada inyector 40 inyecta combustible que va a someterse a combustión en la correspondiente cámara 13 de combustión. El inyector 40 de cada cilindro está conectado a un raíl 42 común a través de un tubo 41 de alimentación de combustible a alta presión. El combustible a alta presión se alimenta al raíl 42 común a través de la bomba 43 de alimentación de combustible. La presión del combustible a alta presión en el raíl 42 común se detecta mediante un sensor 44 de presión de raíl instalado en este raíl 42 común. Además, se alimenta combustible a baja presión a un inyector 36 de adición de combustible a través de un tubo 45 de alimentación de combustible a baja presión desde la bomba 43 de alimentación de combustible.

Un controlador 50 electrónico que gestiona diversos tipos de control de un motor 10 diésel de este tipo comprende una CPU que ejecuta diversos tipos de procesamiento relativos al control del motor 10 diésel, una ROM que almacena temporalmente un programa y los datos necesarios para el control, una RAM que almacena el resultado de procesa-

ES 2 348 279 T3

miento de la CPU y similares, y puertos de entrada y salida para realizar la entrada y salida de señales a y desde el exterior. Además de los respectivos sensores mencionados anteriormente, un sensor 51 de NE que detecta la velocidad de motor ne, un sensor 52 de acelerador que detecta la cantidad de manipulación del acelerador accp y un sensor 53 de válvula de mariposa que detecta el grado de apertura de la válvula 19 de mariposa de admisión están conectados a los puertos de entrada del controlador 50 electrónico. Circuitos de accionamiento para la válvula 19 de mariposa de admisión, la válvula 36 EGR, y similares están conectados a los puertos de salida del controlador 50 electrónico.

El controlador 50 electrónico emite una señal de instrucción al circuito de accionamiento de cada equipo conectado al puerto de salida mencionado anteriormente según un estado de funcionamiento del motor captado a partir de señales de detección introducidas desde los sensores respectivos mencionados anteriormente. De esta manera, el controlador 50 electrónico realiza diversos tipos de control tal como control de la cantidad de inyección de combustible desde el inyector 40, control de un periodo de inyección de combustible, control de adición de combustible desde el inyector 46 de adición de combustible, control de EGR y control de la adición de combustible desde el inyector 46 de adición de combustible.

El control de EGR mencionado anteriormente en este motor 10 diésel se realiza mediante el control de realimentación de O_2 del grado de apertura de la válvula 36 EGR y la válvula 19 de mariposa de admisión basándose en las concentraciones de oxígeno en el gas de escape detectadas por los sensores 31 y 32 de oxígeno. En este control de realimentación de O_2 , se obtiene en primer lugar una relación aire-combustible de una mezcla de aire-combustible que se quema en la cámara de combustión 13 basándose en el resultado de detección de las concentraciones de oxígeno mencionadas anteriormente, y entonces, se calcula una tasa de EGR actual (razón de la cantidad de gas EGR y la cantidad de aire de admisión) a partir de la relación aire-combustible. Pueden obtenerse los grados de apertura objetivo de la válvula 36 EGR y la válvula 19 de mariposa de admisión (un grado de apertura objetivo de la válvula EGR y un grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa) de modo que la cantidad de gas EGR y la cantidad de aire de admisión con las que la tasa de EGR se convierte en la tasa de EGR objetivo. Se ajustan esos grados de apertura según los grados de apertura objetivo.

Como control del catalizador para mantener el rendimiento de purificación del gas de escape de este motor 10 diésel, se realizan si son necesarios el control de la regeneración, el control de la descarga de azufre y el control de la reducción de NO_x .

En el control de la regeneración de MP, con el fin de quemar la MP depositada sobre el filtro 26 de MP para hacer que se elimine como CO_2 y H_2O se obtiene la elevación de la temperatura (por ejemplo, de $600^\circ C$ a $700^\circ C$) de la temperatura del lecho del catalizador repitiendo de manera continua la adición de combustible al escape desde el inyector 46 de adición de combustible.

El control de la descarga de azufre se realiza de modo que se cancele la disminución del rendimiento de oclusión de NO_x de los catalizadores de NO_x , portados por el convertidor 25 del catalizador de NO_x y el filtro 26 de MP, mediante la oclusión del óxido de azufre (SO_x). En este control de la descarga de azufre, de manera similar al control de la regeneración de MP mencionado anteriormente, se eleva la temperatura de la temperatura del lecho del catalizador (por ejemplo, de $600^\circ C$ a $700^\circ C$) repitiendo de manera continua la adición de combustible desde el inyector 46 de adición de combustible. Después de esto, la realización de la adición de combustible al escape intermitente en un intervalo fijado desde este inyector 46 de adición de combustible hace que se reduzca y emita el SO_x , que está ocluido por el catalizador de NO_x .

El control de la reducción de NO_x se realiza de modo que se reduzca el NO_x que está ocluido por los catalizadores de NO_x portados por el convertidor 25 del catalizador de NO_x y el filtro 26 de MP, a N_2 , CO_2 y H_2O y se emitan los mismos. En este control de la reducción de NO_x , se realiza la adición de combustible al escape intermitente en un intervalo fijado desde el inyector 46 de adición de combustible, y se mantiene la temperatura del lecho del catalizador comparativamente a baja temperatura (por ejemplo, de $250^\circ C$ a $500^\circ C$).

Además, el motor 10 diésel se hace funcionar con el cambio del modo de combustión según un estado de funcionamiento del motor tal como la velocidad de motor, la carga de motor y una petición de control del catalizador. Existen los siguientes cuatro modos de combustión como los modos de combustión que van a cambiarse.

Modo de combustión normal

En el modo de combustión normal, se realiza la combustión en una relación aire-combustible pobre fijando la tasa de EGR inferior a la tasa de EGR en la que la cantidad de emisión de humo mencionada anteriormente se convierte en un máximo. En el modo de combustión normal, además de la inyección principal, se realiza la inyección piloto que es una inyección auxiliar que precede a la inyección principal en regiones distintas a la revisión de carga pesada y alta velocidad.

Modo de inyección múltiple con aumento de temperatura

El modo de inyección múltiple con aumento de temperatura tiene una fijación de la tasa de EGR y una relación aire-combustible que son iguales a las del modo de combustión normal, y es un modo en el que se realizan tres tipos de inyección de combustible. Los tres tipos de inyección de combustible son la inyección piloto y la inyección principal,

y además, una inyección posterior que es una inyección auxiliar realizada en una carrera de expansión y una carrera de escape tras la inyección principal. Este modo de inyección múltiple con aumento de temperatura se realiza con el fin de elevar la temperatura del lecho del catalizador hasta la temperatura necesaria para la implementación de la elevación de temperatura de la temperatura del lecho del catalizador mediante la adición de combustible al escape en el control de la regeneración de MP y el control de la descarga de azufre. Este modo de inyección múltiple con aumento de temperatura es fundamentalmente una clase del modo de combustión normal mencionado anteriormente.

Modo de combustión pobre a baja temperatura

El modo de combustión pobre a baja temperatura es uno de los modos de combustión a baja temperatura mencionados anteriormente que realiza la combustión haciendo que la tasa de EGR sea superior a la tasa de EGR a la que la cantidad de emisión de humo mencionada anteriormente se convierte en un máximo, mediante la introducción de EGR de alto volumen. Este modo de combustión pobre a baja temperatura se realiza con el objetivo de la elevación de temperatura de la temperatura del lecho del catalizador en una región de baja carga y baja velocidad de rotación, y la reducción de la cantidad de emisión de NOx. En el modo de combustión pobre a baja temperatura, se fija una relación aire-combustible de base en un intervalo de aproximadamente 19 a 21, y se obtienen un adelanto del momento de la inyección principal y un aumento de presión de la presión de inyección en comparación con el modo de combustión normal de modo que se mantiene de manera adecuada el estado de combustión a la alta tasa de EGR. En este motor 10 diésel, hay una posibilidad de que no sólo la combustión sea inactiva y el efecto de la inyección piloto sea bajo a una alta tasa de EGR de este tipo, sino que también aumenta la cantidad de emisión de humo por la implementación de la inyección piloto. Por tanto, se hace que no se realice la inyección piloto en el modo de combustión pobre a baja temperatura.

Modo de combustión rica a baja temperatura

El modo de combustión rica a baja temperatura es uno de los modos de combustión a baja temperatura que realiza la introducción de EGR de alto volumen de manera similar al modo de combustión pobre a baja temperatura, y se realiza de modo que se aseguren las condiciones ambientales necesarias para la emisión de SOx bajo el control de la descarga de azufre. En el modo de combustión rica a baja temperatura, la relación aire-combustible de base se fija en un intervalo de aproximadamente 17 a 21, y se hace que la relación escape-aire-combustible sea un valor que es igual o inferior a la relación aire-combustible teórica mediante la adición de combustible al escape desde el inyector 46 de adición de combustible. También en el modo de combustión rica a baja temperatura, de manera similar al modo de combustión pobre a baja temperatura, se obtienen un adelanto del momento de la inyección principal y un aumento de presión de la presión de inyección, y se prohíbe la inyección piloto.

En el momento del cambio del modo de combustión entre modos de combustión respectivos que se explicó anteriormente, se realiza el cambio de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR tal como el grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa y el grado de apertura objetivo de la válvula EGR mencionados anteriormente en relación con el cambio de la tasa de EGR requerido. En el momento de tal cambio del modo de combustión, también se realiza el cambio de variables controladas del sistema de combustible tal como el momento de la inyección de combustible, la presión de inyección y la presencia de la implementación de la inyección piloto y la inyección posterior mencionadas anteriormente.

De esta manera, cuando se cambian la tasa de EGR, el momento de la inyección de combustible, la presión de inyección y el modo de inyección (presencia de inyección auxiliar), cambia el estado de combustión en relación con los mismos, y cambia la eficacia de producción de par de torsión (magnitud del par de torsión producido por la combustión del combustible de la cantidad de inyección unitaria). Por tanto, para evitar un cambio abrupto del par de torsión antes y después del cambio del modo de combustión, es necesario ajustar la cantidad de inyección requerida de combustible en el momento del cambio del modo de combustión, eventualmente, el valor de instrucción de inyección del inyector 40 (tiempo de ejecución de la inyección de combustible del inyector 40 que se emite de modo que se asegure la cantidad de inyección solicitada). En relación con el cambio de la presión de inyección, el momento de la inyección de combustible y el modo de inyección, cambia la tasa de inyección (masa del combustible inyectado por unidad de tiempo) del inyector 40, y por tanto, incluso cuando el valor de instrucción de la cantidad de inyección es el mismo, cambia la masa del combustible realmente inyectado. Por tanto, para evitar el cambio abrupto del par de torsión antes y después del cambio del modo de combustión, es necesario hacer que se ajuste el valor de instrucción de la cantidad de inyección aunque responda al cambio de la tasa de inyección en el momento del cambio del modo de combustión.

En esta realización, la aparición del cambio abrupto del par de torsión antes y después del cambio del modo de combustión se evita calculando un valor de instrucción de cantidad de inyección principal, que se emite al inyector 40 de modo que se instruya un periodo de inyección de combustible en el momento de la inyección principal, tal como sigue. El controlador 50 electrónico calcula tal valor de instrucción de la cantidad de inyección principal q_{finm} .

Por tanto, en el momento del cálculo del valor de instrucción de la cantidad de inyección principal q_{finm} , se calcula en primer lugar la cantidad de inyección requerida q_{fin} , que es un valor requerido de la cantidad de inyección necesaria para asegurar el par de torsión requerido, basándose en la velocidad de motor n_e y la cantidad de manipulación del acelerador $accp$. No se tienen en cuenta diferencias de la eficacia de producción de par de torsión para cada modo de combustión mencionado anteriormente y similares en la cantidad de inyección requerida q_{fin} calculada en este caso.

ES 2 348 279 T3

Por tanto, cuando la velocidad de motor n_e y la cantidad de manipulación del acelerador $accp$ son iguales, los valores se vuelven iguales aunque difieran los modos de combustión.

5 Cuando se realizan a continuación inyecciones auxiliares tales como la inyección piloto y la inyección posterior, las cantidades de inyección de estas inyecciones auxiliares se calculan basándose en la velocidad de motor n_e , la cantidad de inyección requerida q_{fin} mencionada anteriormente, etc. Entonces, lo que se obtiene restando esas cantidades de inyección calculadas de las inyecciones auxiliares de la cantidad de inyección requerida q_{fin} mencionada anteriormente se fija como la cantidad de inyección principal requerida q_{finm} . Por otro lado, cuando sólo se realiza la inyección principal, el valor de la cantidad de inyección requerida q_{fin} se fija como un valor de la cantidad de inyección principal q_{finm} solicitada como tal.

Entonces, se calculan las siguientes cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección, es decir, una cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} , una cantidad de corrección de ondulación q_{di} y una cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} . Tal como se muestra en la siguiente fórmula (1), mediante la cantidad de inyección principal requerida q_{finm} que está corrigiéndose con las mismas, se calcula el valor de instrucción de la cantidad de inyección principal q_{finm} .

$$q_{finm} \leftarrow q_{fin} + q_{dm} + q_{di} + q_{dp} \quad \dots(1)$$

20 La cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} es una cantidad de corrección de la cantidad de inyección para reflejar la diferencia entre las cantidades de inyección de los modos de combustión necesaria para generar el par de torsión requerido. Por ejemplo, en un modo de combustión tal como el modo de combustión pobre a baja temperatura o el modo de combustión rica a baja temperatura, en los que la combustión se vuelve inactiva como consecuencia de la introducción de EGR de alto volumen, y por tanto, se reduce la eficacia de producción de par de torsión mencionada anteriormente, se fija un valor grande como esta cantidad de corrección de par de torsión en comparación con el modo de combustión normal y el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura que no son así.

30 Por otro lado, cuando se realiza la inyección piloto, se produce una pulsación en la presión de combustible dentro del tubo 41 de alimentación de combustible a alta presión posterior y la cámara de combustible del inyector 40. Como consecuencia, cambia la tasa de inyección del inyector 40 en el momento en que está ejecutándose la inyección principal. Es decir, cambia la tasa de inyección del inyector 40 en el momento de la inyección principal según la presencia de la inyección piloto, la cantidad de inyección de la inyección piloto y un intervalo entre la inyección piloto y la inyección principal (intervalo piloto). La cantidad de corrección de ondulación q_{di} mencionada anteriormente es una cantidad de corrección de la cantidad de inyección para reflejar una parte cambiada de la tasa de inyección del inyector 40 en el momento de la inyección principal en relación con la implementación de tales inyecciones múltiples.

Además, cuando se cambia el momento de la inyección de combustible (el momento de la inyección principal $ainjm$) de la inyección principal, cambia la presión interna de cilindro en el momento de la inyección principal, y cambia la tasa de inyección del inyector 40 en el momento de la inyección principal. Por ejemplo, cuando el momento de la inyección principal se cambia para aproximarse a un punto muerto superior de compresión, aumenta la presión interna de cilindro en el momento de la inyección principal, y se reduce la tasa de inyección del inyector 40. La cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} es una cantidad de corrección de la cantidad de inyección para reflejar una parte cambiada de la tasa de inyección que resulta del cambio de la presión interna de cilindro en el momento de tal inyección principal.

La cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} entre tres cantidades de corrección de las cantidades de inyección mencionadas anteriormente es una cantidad de corrección de la cantidad de inyección que cambia la masa de combustible realmente inyectada en el momento de la inyección principal, es decir, refleja la masa de combustible de la inyección principal requerida. Por otro lado, la cantidad de corrección de ondulación q_{di} y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} son las cantidades de corrección de las cantidades de inyección para eliminar la desviación entre la masa de combustible de la inyección principal requerida, y la masa de combustible realmente inyectada desde el inyector 40.

55 Los valores requeridos de estas cantidades de corrección de las cantidades de inyección se calculan basándose en el modo de combustión $mdcbd$ para la inyección, la velocidad de motor n_e y la cantidad de inyección requerida q_{fin} que se describen más adelante. Se prepara un mapa de cálculo para cada modo de combustión $mdcbd$ para la inyección. Cada mapa define la relación entre la velocidad de motor n_e , la cantidad de inyección requerida q_{fin} y el valor requerido de la cantidad de corrección de la cantidad de inyección. Entonces, los valores requeridos de las cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección, q_{dm} , q_{di} y q_{dp} se calculan mientras se cambian los mapas de cálculo según el presente modo de combustión $mdcbd$ para la inyección. Es decir, se proporcionan cuatro mapas de cálculo de valores requeridos para el modo de combustión normal, el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura, el modo de combustión pobre a baja temperatura y el modo de combustión rica a baja temperatura, para cada una de la cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} , cantidad de corrección de ondulación q_{di} y cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} . La figura 2 muestra un ejemplo del mapa de cálculo para el valor requerido q_{dm} de la cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} . Cada mapa de cálculo para una cantidad de corrección de la cantidad de inyección de este tipo se almacena de antemano en la ROM del controlador 50 electrónico.

ES 2 348 279 T3

La figura 3 muestra ejemplos de fijación de la cantidad de inyección requerida q_{fin} y las cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección, q_{dm} , q_{di} y q_{dp} antes y después del cambio del modo de combustión en el modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal. En el ejemplo de esta figura, se aumenta la cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} según se reduce la eficacia de producción de par de torsión mediante la introducción de EGR de alto volumen después del cambio del modo de combustión al modo de combustión pobre a baja temperatura mencionado anteriormente. La cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} se disminuye según se reduce la presión interna de cilindro en el momento de la inyección principal mediante el adelanto del momento de la inyección principal después del cambio, y el aumento de la tasa de inyección del inyector 40. Además, la cantidad de corrección de ondulación q_{di} se disminuye hasta 0 según no haya cambio de la tasa de inyección en el momento de la inyección principal debido a que se prohíbe la inyección piloto después del cambio mencionado anteriormente. Entonces, mediante el cambio de estas cantidades de corrección de las cantidades de inyección, se cambia el valor de instrucción de la cantidad de inyección total de modo que el par de torsión del motor 10 diésel antes y después del cambio del modo de combustión se mantiene uniformemente.

Por otro lado, aunque se elimina el cambio abrupto del par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión de esta manera, el cambio de todos los valores de instrucción de cantidad de inyección para ello se realizan a través del cambio de las cantidades de corrección respectivas mencionadas anteriormente de las cantidades de inyección. Por tanto, tal como se muestra en esta figura, la cantidad de inyección requerida q_{fin} se mantiene en el valor que es igual al de antes del cambio del modo de combustión, incluso después del cambio. De esta manera, se hace que la cantidad de inyección requerida q_{fin} sea siempre un valor constante siempre que la velocidad de motor n_e y la carga requerida (cantidad de manipulación del acelerador) sean iguales. Por tanto, independientemente del cambio del modo de combustión, la cantidad q_{fin} puede usarse ahora de manera universal como valor de índice de la carga de motor en diversos tipos de control.

La figura 4 muestra un flujo de procesamiento del controlador 50 electrónico en el momento del cambio del modo de combustión en el que se realiza el cambio de diversas variables controladas que se describieron anteriormente.

Tal como se muestra en este diagrama, cuando se realiza la petición del cambio del modo de combustión y se inicia el cambio (S10), el controlador 50 electrónico actualiza en primer lugar el modo de combustión requerido $mdcb$ en ese punto a un valor correspondiente al modo de combustión después del cambio (S20). Con respecto a este modo de combustión requerido $mdcb$ y un modo de combustión $mdcbd$ para la inyección que se describirá más adelante, sus valores 1, 3, 4 y 5 corresponden al modo de combustión normal, el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura, el modo de combustión pobre a baja temperatura y el modo de combustión rica a baja temperatura, respectivamente.

Cuando el valor del modo de combustión requerido $mdcb$ se actualiza de esta manera, el controlador 50 electrónico cambia la tasa de EGR objetivo al valor requerido del modo de combustión después del cambio, y cambia el grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa y el grado de apertura objetivo de la válvula EGR según el mismo (S30). De ese modo, la cantidad de aire de admisión y la cantidad de gas EGR empieza a cambiarse de modo que la tasa de EGR se convierte en el valor requerido del modo de combustión después del cambio. Existe un retardo fijado de la respuesta en el cambio de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR tales como la cantidad de aire de admisión y la cantidad de gas EGR debido al retardo del flujo de gas en el conducto 12 de aire de admisión o el conducto 33 de EGR. Por tanto, las verdaderas variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR experimentan gradualmente una transición hasta los valores requeridos después del cambio del modo de combustión durante una cierta cantidad de tiempo después del cambio de la tasa de EGR objetivo en este caso.

En el momento de la actualización del modo de combustión requerido $mdcb$, el controlador 50 electrónico calcula el contador de retardo $cdly$ y el contador de cambio gradual csm (S40). El cálculo de estos contadores se realiza mediante la lógica de cálculo del contador de retardo/cambio gradual (figura 5) descrita más adelante.

Después de esto, el controlador 50 electrónico realiza la disminución del valor del contador de retardo $cdly$ periódicamente, y se suspende el procesamiento posterior hasta que el valor se fija a 0 (S50 y S55). Las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR cambian gradualmente desde los valores requeridos antes del cambio del modo de combustión hasta los valores requeridos después del cambio con el mantenimiento de las variables controladas del sistema de inyección entre tanto en el valor requerido del modo de combustión antes del cambio. A continuación en el presente documento, un periodo de este tipo se denominará periodo de retardo.

Cuando el valor del contador de retardo $cdly$ se fija a 0 (S50: SÍ) y el periodo de retardo mencionado anteriormente expira, el controlador 50 electrónico actualiza el valor del modo de combustión $mdcbd$ para la inyección al valor según el modo de combustión después del cambio (S60). Entonces, el controlador 50 electrónico cambia los valores requeridos de variables controladas del sistema de inyección, es decir, los valores requeridos de cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección de la cantidad de corrección de par de torsión q_{dm} , la cantidad de corrección de ondulación q_{di} y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro q_{dp} , la presión de inyección objetivo pc , el momento de la inyección principal $ainjm$ a los valores después del cambio (S70).

En este punto, las variables controladas mencionadas anteriormente del sistema de entrada y el sistema EGR están en el proceso de experimentar todavía una transición hasta los valores requeridos del modo de combustión después del

ES 2 348 279 T3

cambio desde los valores requeridos del modo de combustión antes del cambio. En el punto en que están cambiándose los valores requeridos de estas variables controladas del sistema de inyección, se hace que los valores de fijación reales de estas variables controladas del sistema de inyección no cambien inmediatamente para el procesamiento de cambio gradual descrito a continuación.

El controlador 50 electrónico actualiza un coeficiente de cambio gradual mtc, que se refiere a un procesamiento de cambio gradual de este tipo, en el momento de la actualización del modo de combustión mdcbd para la inyección (S80). La actualización de este coeficiente de cambio gradual mtc se realiza en la rutina de cálculo de coeficiente de cambio gradual (figura 7) descrito más adelante. El coeficiente de cambio gradual mtc es un coeficiente que determina el grado del cambio gradual de variables controladas del sistema de inyección en el procesamiento de cambio gradual mencionado anteriormente.

El controlador 50 electrónico inicia el procesamiento de cambio gradual de cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección de la cantidad de corrección de par de torsión, la cantidad de corrección de ondulación y la cantidad de corrección de la presión interna de cilindro, y las variables controladas respectivas del sistema de inyección de la presión de inyección y el momento de la inyección principal basándose en el coeficiente de cambio gradual mtc calculado (S80). En este procesamiento de cambio gradual, estas variables controladas respectivas del sistema de inyección se cambian gradualmente hasta los valores requeridos en el modo de combustión después del cambio desde los valores requeridos en el modo de combustión antes del cambio.

Después de esto, el controlador 50 electrónico disminuye el valor del contador de cambio gradual csm periódicamente (S105), y continúa el procesamiento de cambio gradual hasta que el valor se fija a 0. A continuación en el presente documento, el periodo en el que se continúa un procesamiento de cambio gradual de este tipo se describirá como el periodo de cambio gradual.

Tras fijarse el valor del contador de cambio gradual csm a 0 (S100: SÍ) y el periodo de cambio gradual expira, el controlador 50 electrónico finaliza el procesamiento de cambio gradual (S110). De ese modo, se hace que las variables controladas respectivas del sistema de inyección sean los valores requeridos del modo de combustión después del cambio. El controlador 50 electrónico finaliza ahora el procesamiento relativo al cambio del modo de combustión.

Tal como se mencionó anteriormente, en esta realización, en el momento del cambio del modo de combustión, mientras se fija el periodo de retardo desde el cambio de valores seleccionados como objetivo de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR al inicio del cambio de variables controladas del sistema de inyección, las variables controladas del sistema de inyección se cambian gradualmente a los valores requeridos después del cambio del modo de combustión en un periodo de cambio gradual posterior. De ese modo, las variables controladas del sistema de inyección se varían favorablemente según el retardo de la respuesta de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR producido por el retardo del flujo de gas, y se suprimen las fluctuaciones del par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de la lógica de cálculo del contador de retardo/cambio gradual usada para el cálculo del contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm (figura 4: S40).

Cuando se inicia el procesamiento de esta rutina, el controlador 50 electrónico selecciona en primer lugar el mapa de cálculo del contador de retardo y el mapa de cálculo del contador de cambio gradual correspondiente a la combinación en la etapa S300 según la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio, respectivamente, de una pluralidad de mapas de cálculo almacenados de antemano en la ROM del controlador 50 electrónico. Es decir, se proporcionan dos o más mapas de cálculo de contador de retardo y mapas de cálculo del contador de cambio gradual para cada combinación de los modos de combustión cambiados, respectivamente tal como se pone como ejemplo en las figuras 6(A) y 6(B), respectivamente. La relación de correspondencia entre la velocidad de motor ne en la combinación de modos de combustión respectivos y los valores óptimos de los contadores correspondientes se muestra en estos mapas de cálculo.

Posteriormente, el controlador 50 electrónico calcula el contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm en la etapa S310 basándose en la velocidad de motor ne usando el mapa de cálculo del contador de retardo y el mapa de cálculo del contador de cambio gradual que se seleccionan respectivamente.

Aunque se omite en el diagrama de flujo, en el momento de cambio entre el modo de combustión normal y el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura, no existe un cambio de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR tal como la tasa de EGR y la relación aire-combustible. Sino que sólo cambia la presencia de la implementación de la inyección posterior. Por tanto, no es necesario proporcionar el periodo de retardo y el periodo de cambio gradual en el momento del cambio de las variables controladas del sistema de inyección, y por tanto, los valores del contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm se fijan a 0.

De esta manera, en esta realización, la fijación variable del contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm, es decir, la longitud del periodo de retardo y el periodo de cambio gradual, se realiza según la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio, y la velocidad de motor ne. Por tanto, según el cambio de los grados de retardo de la respuesta de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR en el momento

ES 2 348 279 T3

del cambio del modo de combustión que cambia con la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio, y la velocidad de motor en el momento del cambio, es posible la fijación del periodo de retardo y el periodo de cambio gradual óptimos.

La figura 7 muestra un diagrama de flujo de la rutina de cálculo de coeficiente de cambio gradual usada para el cálculo de coeficiente de cambio gradual mtc (figura 4: S80). El procesamiento de esta rutina se ejecuta periódicamente por el controlador 50 electrónico durante el funcionamiento del motor. Por tanto, realmente, aunque el cálculo del coeficiente de cambio gradual mtc también se realiza en cualquier momento excepto durante el cambio de los modos de combustión, su valor se actualiza sólo durante el periodo de cambio gradual.

Quando se inicia el procesamiento de esta rutina, el controlador 50 electrónico determina en primer lugar en la etapa S400 si el valor del contador de cambio gradual csm es 0, es decir, si está durante el periodo de cambio gradual. Cuando el valor del contador de cambio gradual csm es 0 y no está durante el periodo de cambio gradual (S400: NO), el controlador 50 electrónico hace avanzar el procesamiento a la etapa S410, y fija el valor del coeficiente de cambio gradual mtc en 1 en la etapa S410 para suspender temporalmente el procesamiento de esta rutina. Cuando el valor del contador de cambio gradual csm no es 0 (S400: NO), el controlador 50 electrónico hace avanzar el procesamiento a la etapa S420.

En la etapa S420, el controlador 50 electrónico determina si se realizó la actualización del modo de combustión mdebd para la inyección entre el último periodo de procesamiento de esta rutina y el periodo de procesamiento actual. Cuando se realiza una evaluación en el sentido de que se llevó a cabo la actualización (SÍ), el controlador 50 electrónico hace avanzar el procesamiento a la etapa S430, o si no (NO), no actualiza el valor del coeficiente de cambio gradual mtc, sino que suspende temporalmente el procesamiento de esta rutina.

En la etapa S430, el controlador 50 electrónico selecciona el mapa de cálculo de coeficiente de cambio gradual correspondiente a la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio en un cambio de modo de combustión en curso en la condición real a partir de una pluralidad de mapas de cálculo almacenados de antemano en la ROM del controlador 50 electrónico. Es decir, se proporcionan dos o más mapas de cálculo de coeficiente de cambio gradual para cada combinación de los modos de combustión, que se cambian, tal como se pone como ejemplo en la figura 8. La relación de correspondencia entre la velocidad de motor n_e en la combinación de modos de combustión respectivos y los valores óptimos del coeficiente de cambio gradual mtc se muestra en estos mapas de cálculo. Se fija un valor que es mayor que cero y no superior a uno como los valores de mapa de coeficiente de cambio gradual mtc en estos mapas de cálculo ($0 < mtc \leq 1$).

En la etapa S440 posterior, usando el mapa de cálculo seleccionado, el controlador 50 electrónico calcula el coeficiente de cambio gradual mtc basándose en la velocidad de motor ne, y actualiza el valor. El controlador 50 electrónico suspende temporalmente el procesamiento de esta rutina tras la actualización.

Por tanto, el valor del coeficiente de cambio gradual mtc se mantiene en uno en periodos distintos al periodo de cambio gradual. El coeficiente de cambio gradual mtc se actualiza a un valor que es mayor que cero y no superior a uno y se calcula a partir del mapa de cálculo en el momento de la actualización del modo de combustión $mdcbd$ para la inyección, y el valor actualizado se mantiene en el periodo de cambio gradual. Entonces, el valor del coeficiente de cambio gradual mtc se devuelve de nuevo a 1 con la terminación del periodo de cambio gradual.

La fijación variable del valor del coeficiente de cambio gradual m_{tc} que determina el grado del cambio gradual de cada variable controlada del sistema de inyección en el periodo de cambio gradual se realiza en esta realización según la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio, y la velocidad de motor n_e de esta manera. Por tanto, según el cambio del grado de retardo de la respuesta de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR en el momento del cambio del modo de combustión que cambia con la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio, y la velocidad de motor n_e en el momento del cambio, el grado del cambio gradual de cada variable controlada de inyección en el periodo de cambio gradual puede fijarse en el valor óptimo.

Posteriormente, se explicará el cálculo de esos valores de instrucción con respecto a la variable controlada respectiva del sistema de inyección de la presión de inyección objetivo p_c , el momento de la inyección principal $ainm$ y las cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección mencionadas anteriormente (la cantidad de corrección de par de torsión qdm , la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp) en esta realización. Estos cálculos se realizan mediante la rutina de cálculo del valor de instrucción de control de inyección mostrada en la figura 9. El procesamiento de la rutina de cálculo del valor de instrucción de control del sistema de inyección se realiza periódicamente por el controlador 50 electrónico en el funcionamiento del motor.

Quando se inicia el procesamiento de esta rutina, el controlador 50 electrónico calcula en primer lugar los valores requeridos de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección en la etapa S500 usando el mapa de cálculo correspondiente al modo de combustión mdcdb para la inyección. El cálculo de los valores requeridos tqdm, tqdi y tqdp de cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección (la cantidad de corrección de par de torsión qdm, cantidad de corrección de ondulación qdi y cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp) en este caso es tal como se mencionó anteriormente. Por otro lado, los valores requeridos pctrg y ainjtrg de la presión de inyección objetivo pc y el momento de la inyección principal ainjm se calculan basándose en

el modo de combustión mdcdbd para la inyección, velocidad de motor ne y carga requerida (por ejemplo, la cantidad de manipulación del acelerador, etc.) de manera similar a las cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección mencionadas anteriormente.

5 En la etapa S510 posterior, el controlador 50 electrónico calcula esos valores de instrucción según las siguientes fórmulas (2) a (6) para variables controladas respectivas del sistema de inyección cuyos valores requeridos se calculan en la etapa S500. X[i] indica un valor de instrucción de una variable controlada X del sistema de inyección calculada en el periodo de ejecución actual de esta rutina, y X[i-1] indica un valor de instrucción de una variable controlada X del sistema de inyección que se calculó en el último periodo de ejecución de esta rutina, respectivamente. X indica
10 un objeto arbitrario entre las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección, es decir, la cantidad de corrección de par de torsión qdm, la cantidad de corrección de ondulación qdi, la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp, la presión de inyección objetivo pc, y el momento de la inyección principal ainjm.

$$15 \quad qdm[i] \leftarrow qdm[i-1] \times (1 - mtc) + tqdm \times mtc \quad (2)$$

$$qdi[i] \leftarrow qdi[i-1] \times (1 - mtc) + tqdi \times mtc \quad (3)$$

$$20 \quad qdp[i] \leftarrow qdp[i-1] \times (1 - mtc) + tqdp \times mtc \quad (4)$$

$$pc[i] \leftarrow pc[i-1] \times (1 - mtc) + pctrg \times mtc \quad (5)$$

$$25 \quad ainjm[i] \leftarrow ainjm[i-1] \times (1 - mtcc) + ainjmtrg \times mtcc \quad (6)$$

Tal como se muestra en las fórmulas anteriores, los valores de instrucción de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección se calculan a partir de los valores requeridos mediante procesa-
30 miento de medias ponderadas. Específicamente, la ponderación se realiza para las variables controladas respectivas del sistema de inyección multiplicando el valor de instrucción (X[i-1]), calculado en el último periodo de ejecución de esta rutina, por (1 - mtc), y el presente valor requerido Xtrg por mtc, respectivamente, y se calcula la suma de los mismos como el valor de instrucción (X[i]).

35 La figura 10 (b) muestra el cambio del valor del coeficiente de cambio gradual mtc para la transición del valor de instrucción cuando el valor requerido Xtrg de una variable controlada del sistema de inyección X cambia desde un valor A hasta un valor B de manera discreta, tal como se muestra en la figura (a). Tal como se muestra en esta figura, cuando el valor del coeficiente de cambio gradual mtc es 1, el valor de instrucción X[i] calculado en este caso experimenta una transición tomando siempre el mismo valor que el valor requerido Xtrg. Por otro lado, cuando el valor del coeficiente
40 de cambio gradual mtc es inferior a uno, el valor de instrucción X[i] experimenta una transición con retardo de la respuesta al cambio del valor requerido Xtrg. El retardo de la respuesta del valor de instrucción X[i] al cambio del valor requerido Xtrg se vuelve grande a medida que el valor del coeficiente de cambio gradual mtc se aproxima a cero. Por tanto, según la fijación del valor de este coeficiente de cambio gradual mtc, se determinan los grados del cambio gradual de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección.

45 Después de esto, el controlador 50 electrónico corrige la cantidad de inyección principal requerida tqfinm según los valores de instrucción de cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección, qdm, qdi y qdp calculadas mediante la rutina de cálculo mencionada anteriormente para calcular el valor de instrucción de la cantidad de inyección principal qfinm. El controlador 50 electrónico hace que el inyector 40 ejecute la inyección principal
50 basándose en el valor de instrucción de la cantidad de inyección principal qfinm, y cada valor de instrucción de la presión de inyección objetivo pc y el momento de la inyección principal ainjm que se calcula en la rutina de cálculo mencionada anteriormente.

55 Tal como se mencionó anteriormente, el valor del coeficiente de cambio gradual mtc se fija en 1 en un estado distinto al periodo de cambio gradual durante el cambio del modo de combustión mencionado anteriormente, y no se realiza el procesamiento de cambio gradual de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección. Por tanto, con limitación al periodo de cambio gradual durante el cambio del modo de combustión, se realiza el procesamiento de cambio gradual de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección. En el momento del cambio entre el modo de combustión normal y el modo de inyección múltiple
60 con aumento de temperatura, tal como se mencionó anteriormente, no se proporciona el periodo de cambio gradual y no se realiza el procesamiento de cambio gradual de variables controladas del sistema de inyección.

Tal como se describió anteriormente, en esta realización, el procesamiento de cambio gradual de la cantidad de corrección de par de torsión qdm, la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión
65 interna de cilindro qdp se realiza usando el mismo coeficiente de cambio gradual mtc. Por tanto, el grado del cambio gradual en el periodo de cambio gradual durante el cambio del modo de combustión se hace uniforme. Además, en esta realización, el procesamiento de cambio gradual de la presión de inyección objetivo pc y el momento de la inyección principal ainjm también se realiza usando el mismo coeficiente de cambio gradual mtc que con las cantidades de

corrección respectivas de las cantidades de inyección, qdm, qdi y qdp, y los grados del cambio gradual de estas presiones de inyección objetivo pc y el momento de la inyección principal ainjm en el periodo de cambio gradual mencionado anteriormente también se hacen uniformes. Por consiguiente, en esta realización, todas las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección se sincronizan entre sí y experimentan una transición a la razón de cambio gradual uniforme en el periodo de cambio gradual durante el cambio del modo de combustión.

La figura 11 muestra un ejemplo del control en el cambio del modo de combustión entre los modos de combustión normal y el modo de combustión pobre a baja temperatura en esta realización explicados anteriormente.

En el tiempo t1 de esta figura, cuando se realiza una petición de cambio del modo de combustión desde el modo de combustión normal hasta el modo de combustión pobre a baja temperatura, el valor del modo de combustión requerido mdcb se actualiza desde el valor 1, que muestra el modo de combustión normal, hasta el valor 4 que muestra el modo de combustión pobre a baja temperatura. En este punto, el modo de combustión mdcb para la inyección se mantiene en el valor 1 que muestra el modo de combustión normal. En el tiempo t1, el contador de retardo cdly se actualiza en un valor que se calcula en la rutina de cálculo de contador de retardo/cambio gradual y corresponde al cambio al modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal, y después de esto, ese valor se disminuye periódicamente hasta que el valor se vuelve cero.

Además, en el tiempo t1, los valores requeridos de la relación aire-combustible de la mezcla aire-combustible, que se quema en la cámara 13 de combustión, y la cantidad de aire de admisión se disminuyen de modo que se obtiene la alta tasa de EGR requerida en el modo de combustión pobre a baja temperatura. Entonces, se cambian el grado de apertura objetivo de la válvula EGR y el grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa de modo que pueden obtenerse la relación aire-combustible y la cantidad de aire de admisión que tienen los valores requeridos que se disminuyen. Específicamente, el grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa se disminuye en este momento, y el grado de apertura objetivo de la válvula EGR se aumenta enormemente. De ese modo, a continuación en el presente documento, la relación aire-combustible y la cantidad de aire de admisión se disminuyen gradualmente hasta que se obtiene la tasa de EGR requerida en el modo de combustión pobre a baja temperatura.

En el tiempo t2, cuando el contador de retardo cdly se disminuye hasta 0 y expira el periodo de retardo, el valor del modo de combustión mdcb para la inyección se actualiza desde el valor 1, que muestra el modo de combustión normal, hasta el valor 4 que muestra el modo de combustión pobre a baja temperatura. En este punto, el contador de cambio gradual csm se actualiza en un valor que se calcula en la rutina de cálculo de contador de retardo/cambio gradual mencionada anteriormente y corresponde al cambio al modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal, y después de esto, ese valor se disminuye periódicamente hasta que el valor se vuelve cero. En el tiempo t2, el coeficiente de cambio gradual mtc se actualiza en un valor que se calcula en la rutina de cálculo de coeficiente de cambio gradual mencionada anteriormente y corresponde al cambio al modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal.

Además, en el tiempo t2, los valores requeridos pctrg, ainjmtrg, tqdm, tqdi y tqdp de variables controladas respectivas del sistema de inyección de la presión de inyección objetivo pc, el momento de la inyección principal ainjm, la cantidad de corrección de par de torsión qdm, la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp se cambian hasta los valores en el modo de combustión pobre a baja temperatura desde los valores en el modo de combustión normal. Por ejemplo, el valor requerido pctrg de la presión de inyección objetivo pc se aumenta de modo que se suprime el deterioro del estado de combustión en relación con la combustión inactiva producida por la introducción de EGR de alto volumen en el modo de combustión pobre a baja temperatura. El valor requerido ainjmtrg del momento de la inyección principal ainjm se cambia a un valor en el lado de adelanto de modo que se suprime el deterioro del estado de combustión que acompaña a la combustión inactiva de manera similar. Por otro lado, el valor requerido tqdm de la cantidad de corrección de par de torsión qdm se aumenta según la reducción de la eficacia de producción de par de torsión producida por la combustión inactiva, y el valor requerido tqdi de la cantidad de corrección de ondulación qdi se disminuye hasta cero según la interrupción de la inyección piloto que acompaña al cambio al modo de combustión pobre a baja temperatura. Además, el valor requerido tqdp de la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp se disminuye según la reducción de la presión interna de cilindro en el momento de la inyección principal que acompaña al adelanto del momento de la inyección principal ainjm.

Después de esto, cada una de estas variables controladas del sistema de inyección se cambia gradualmente hacia el valor requerido mencionado anteriormente, que se ha actualizado, a la razón de cambio gradual según el coeficiente de cambio gradual mtc actualizado. Cuando el contador de cambio gradual csm se disminuye hasta cero en el tiempo t3, el coeficiente de cambio gradual mtc se vuelve 1, se finaliza el procesamiento de cambio de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección, y el valor de instrucción de cada variable controlada del sistema de inyección se convierte en un valor requerido en el modo de combustión pobre a baja temperatura.

En el ejemplo de esta figura, el momento de la inyección principal ainjm también se cambia en el periodo de retardo. Esto es el resultado de aplicar la corrección de presión de admisión correspondiente al cambio de la presión de admisión que acompaña al rápido cambio del grado de apertura objetivo de la válvula de mariposa tras la actualización del modo de combustión requerido mdcb. En la corrección de presión de admisión, el momento de la inyección principal ainjm se cambia suavemente en una pequeña cantidad en comparación con la cantidad de cambio del valor requerido ainjmtrg que acompaña al cambio del modo de combustión en este caso.

ES 2 348 279 T3

En esta realización, la inyección piloto se interrumpe cuando expira el periodo de cambio gradual mencionado anteriormente y se convierte en el tiempo t3 cuando los valores de instrucción de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección se convierten en valores requeridos en el modo de combustión pobre a baja temperatura. Esto se deriva de las siguientes razones.

Aunque la inyección piloto en el modo de combustión normal se realiza con el fin de reducir el ruido de la combustión, el ruido de la combustión casi deja de cambiar independientemente de la presencia de la implementación de la inyección piloto en el modo de combustión pobre a baja temperatura cuando la combustión se vuelve inactiva. Por tanto, cuando es después del cambio al modo de combustión pobre a baja temperatura por completo, es posible interrumpir la inyección piloto casi sin afectarla.

En esta realización, se mantienen la cantidad de inyección piloto y el intervalo piloto en los valores justo antes del cambio del modo de combustión requerido mdcb en el periodo de retardo mencionado anteriormente y el periodo de cambio gradual (tiempo t1 a tiempo t3). La cantidad de inyección piloto y el intervalo piloto se disminuyen gradualmente tras la expiración del periodo de cambio gradual (tiempo t3), y se interrumpe la inyección piloto. Según el valor de instrucción de la cantidad de inyección principal qfinm que aumenta en relación con tal interrupción de la inyección piloto, la cantidad de corrección de par de torsión qdm se aumenta en el tiempo t3. El procesamiento que se refiere a tal interrupción de la inyección piloto también se realiza de manera similar en el momento del cambio desde el modo de inyección normal hasta el modo de combustión rica a baja temperatura y en el momento del cambio desde el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura hasta el modo de combustión rica/pobre a baja temperatura.

En el ejemplo de esta figura, en el tiempo t4 posterior, se realiza una petición de cambio del modo de combustión desde el modo de combustión pobre a baja temperatura hasta el modo de combustión normal, y el valor del modo de combustión requerido mdcb se actualiza desde 4 hasta 1 esta vez. En el tiempo t4, los valores requeridos de la relación aire-combustible y la cantidad de aire de admisión se aumentan de modo que la tasa de EGR requerida puede disminuirse desde la tasa de EGR alta en el modo de combustión pobre a baja temperatura hasta la tasa de EGR comparativamente baja en el modo de combustión normal.

La reducción de la tasa de EGR que se requiere en este tiempo puede realizarse rápidamente en comparación con el caso en el que se aumenta. Esto se debe a que es posible reducir la tasa de EGR de manera comparativamente rápida aumentando el grado de apertura de la válvula de mariposa de admisión y disminuyendo el grado de apertura de la válvula EGR aunque se produzca un gran retardo de la respuesta para el aumento de la tasa de EGR debido al retardo del flujo de gas del aire y el gas EGR en el conducto 12 de aire de admisión y el conducto 33 de EGR aunque se disminuya el grado de apertura de la válvula de mariposa de admisión y se aumente el grado de apertura de la válvula EGR.

Por tanto, con respecto al cambio del modo de combustión en este tiempo, es deseable acortar el periodo de retardo y el periodo de cambio gradual, o ampliar el coeficiente de cambio gradual mtc, es decir, reducir los grados de cambio gradual de las variables controladas del sistema de inyección en comparación con el cambio mencionado anteriormente hasta el modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal. En esta realización, en el momento del cambio del modo de combustión en este tiempo, el contador de retardo cdlj se fija a cero y el periodo de retardo se fija a cero. Por tanto, en esta realización, el valor de mapa del mapa de cálculo del contador de retardo correspondiente al cambio hasta el modo de combustión normal desde el modo de combustión pobre a baja temperatura usado en la lógica de cálculo del contador de retardo/cambio gradual se fija uniformemente a cero independientemente de la velocidad de motor ne.

Por tanto, en el ejemplo de esta figura, el valor del modo de combustión mdcbd para la inyección también se actualiza desde 4 hasta 1 de manera concurrente con el modo de combustión requerido mdcb en el tiempo t4.

De esta manera, cuando se actualiza el modo de combustión mdcbd para la inyección, el contador de cambio gradual csm se fija en un valor correspondiente al cambio al modo de combustión normal desde el modo de combustión pobre a baja temperatura, y el coeficiente de cambio gradual mtc también se actualiza a un valor correspondiente al mismo cambio. El valor del contador de cambio gradual csm fijado en este tiempo se hace que sea un valor pequeño en comparación con el valor fijado en el momento del cambio hasta el modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal mencionado anteriormente. El valor del coeficiente de cambio gradual mtc actualizado en este tiempo se hace que sea un valor próximo a 1 en comparación con el valor en el momento del cambio mencionado anteriormente hasta el modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal.

Además, en el tiempo t4, los valores requeridos pctrg, ainjmtrg, tqdm, tqdi y tqdp de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección, se cambian a los valores en el modo de combustión normal. Después de eso, estas variables controladas del sistema de inyección se cambian gradualmente hacia los valores requeridos cambiados en este caso a la razón de cambio gradual según el coeficiente de cambio gradual mtc actualizado. El cambio gradual de cada variable controlada del sistema de inyección en este tiempo se realiza a una razón de cambio gradual pequeña según la fijación del coeficiente de cambio gradual mtc, y se aproxima a los valores requeridos más rápidamente, en comparación con el momento del cambio mencionado anteriormente hasta el modo de combustión pobre a baja temperatura desde el modo de combustión normal.

ES 2 348 279 T3

En este momento, la inyección piloto se reanuda desde el tiempo t4 debido al motivo mencionado anteriormente de modo que el cambio de su presencia puede realizarse en el modo de combustión pobre a baja temperatura.

5 En el tiempo t5, cuando el contador de cambio gradual csm se disminuye hasta cero y el valor del coeficiente de cambio gradual mtc se fija en 1, cada variable controlada del sistema de inyección se convierte en un valor requerido en el modo de combustión normal, y se completa el cambio del modo de combustión.

10 El cambio del modo de combustión entre el modo de combustión normal y el modo de combustión rica a baja temperatura en esta realización sólo difiere un poco en la fijación del contador de retardo cdly, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc, y se realiza casi de la misma manera que el cambio del modo de combustión entre los modos de combustión normal y los modos de combustión pobre a baja temperatura que se explicaron anteriormente.

15 En el momento del cambio del modo de combustión entre el modo de combustión pobre a baja temperatura y el modo de combustión rica a baja temperatura, puesto que las cantidades cambiantes de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR son pequeñas en comparación con las del cambio del modo de combustión entre la combustión normal y la combustión a baja temperatura, el periodo de retardo y el periodo de cambio gradual mencionados anteriormente se hacen más cortos, y la razón de cambio gradual de las variables controladas del sistema de inyección en el periodo de cambio gradual se hace menor. Por tanto, en este caso, el cambio del modo de combustión se realiza fijando el contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm en valores menores, y fijando el coeficiente de cambio gradual mtc en un valor mayor, respectivamente.

20 En el momento del cambio del modo de combustión entre el modo de combustión normal y el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura, el modo de combustión se cambia sin proporcionar los anteriores periodos de retardo y el periodo de cambio gradual puesto que no existe un cambio en las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR tal como se mencionó anteriormente. Por tanto, en este caso, fijando los valores del contador de retardo cdly y el contador de cambio gradual csm a cero y fijando el valor del coeficiente de cambio gradual mtc en 1 respectivamente, se realiza el cambio del modo de combustión.

30 Esta realización tiene las siguientes ventajas.

35 (1) Absorbiendo el cambio abrupto de par de torsión antes y después del cambio del modo de combustión en la corrección del valor de instrucción de la cantidad de inyección principal qfinm en la cantidad de corrección de par de torsión qdm, la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp y cambiando gradualmente estas cantidades de corrección de las cantidades de inyección en el momento del cambio del modo de combustión, se hace que el valor de instrucción de la cantidad de inyección principal qfinm experimente una transición correspondiente al retardo de la respuesta de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR. Debido a esto, es posible hacer que la cantidad de inyección requerida qfin sea un valor de índice de la carga de motor universal que no depende del modo de combustión, y es posible disminuir las fluctuaciones de par de torsión en el momento de cambio del modo de combustión sin afectar a otros aparatos de control.

45 (2) El grado del cambio (coeficiente de cambio gradual mtc) de la cantidad de corrección de par de torsión qdm, la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp para el cambio del modo de combustión se hace uniforme. Por tanto, el valor de instrucción de cantidad de inyección durante el cambio del modo de combustión se cambia más suavemente, y por tanto, es posible suprimir adicionalmente las fluctuaciones de par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión.

50 (3) Además, el momento de la inyección principal ainjm y la presión de inyección objetivo pc en el momento del cambio del modo de combustión también se cambian gradualmente con el grado del cambio gradual (coeficiente de cambio gradual mtc) uniforme con las cantidades de corrección respectivas de las cantidades de inyección mencionadas anteriormente, qdm, qdi y qdp. Por tanto, es posible hacer que el momento de inyección de combustible, la cantidad de inyección y la presión de inyección experimenten una transición sincronizándolos durante el cambio del modo de combustión, y por tanto, es posible suprimir de manera más adecuada las fluctuaciones de par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión.

55 (4) Los periodos y el grado del cambio gradual que cambian gradualmente cada variable controlada del sistema de inyección se cambian según la combinación de modos de combustión antes y después del cambio, y la velocidad de motor ne. Por tanto, es posible realizar el procesamiento de cambio gradual de variables controladas adecuadas del sistema de inyección correspondiendo a la longitud y el tiempo de retardo de la respuesta de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR que cambian según la combinación mencionada anteriormente y la velocidad de motor ne. Por tanto, es posible suprimir exactamente las fluctuaciones de par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión.

65 (5) En el momento del cambio del modo de combustión entre el modo de combustión (pobre/rica) a baja temperatura y el modo de combustión normal (incluyendo el modo de inyección múltiple con aumento de temperatura), la presencia de implementación de la inyección piloto se cambia durante el modo de combustión a baja temperatura cuando la presencia de la inyección piloto apenas afecta al ruido de la combustión. Por tanto, es posible suprimir de manera adecuada malos funcionamientos tales como deterioro del ruido de la combustión que acompañan a la interrupción y la reanudación de la inyección piloto.

Debe ser evidente para los expertos en la técnica que la presente invención puede realizarse de otras muchas formas específicas sin apartarse del espíritu o el alcance de la invención. Particularmente, debe entenderse que la invención puede realizarse de las siguientes formas.

5 Con respecto al detalle de la fijación de valores respectivos en el procesamiento del cambio del modo de combustión tal como la fijación del contador de retardo $cdly$, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc , y la modificación de los valores requeridos de variables controladas respectivas en el momento del cambio del modo de combustión, también puede cambiarse de manera adecuada según las características de un motor diésel, al que se aplica la realización, sin limitarse a la fijación puesta como ejemplo mediante la realización mencionada
10 anteriormente.

En la realización mencionada anteriormente, aunque se hace que el contador de retardo $cdly$, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc se calculen usando un mapa de cálculo que se basa en la velocidad de motor ne preparado para cada combinación de modos de combustión antes y después del cambio, esos cálculos
15 también pueden cambiarse de manera adecuada sin limitarse a esto. Por ejemplo, cada uno del contador de retardo $cdly$, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc también pueden calcularse usando una función de cálculo que se basa en la velocidad de motor ne preparada de antemano para cada combinación de los modos de combustión antes y después del cambio mencionado anteriormente.

20 Cuando el cambio del retardo de la respuesta de las variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR mediante la combinación de los modos de combustión antes y después del cambio o mediante la velocidad de motor ne es pequeño hasta el grado de que puede ignorarse, el contador de retardo $cdly$, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc también pueden cambiarse según sólo uno de los mismos, o pueden fijarse uniformemente. Cuando el retardo de la respuesta de variables controladas del sistema de entrada y
25 el sistema EGR cambia hasta el grado de que no puede ignorarse por una componente distinta a la combinación mencionada anteriormente y la velocidad de motor ne , el contador de retardo $cdly$, el contador de cambio gradual csm y el coeficiente de cambio gradual mtc también pueden cambiarse según la componente.

Aunque se realice un procesamiento de cambio gradual con el coeficiente de cambio gradual mtc común para la presión de inyección objetivo pc , el momento de la inyección principal $ainjm$ y la cantidad de corrección de cada
30 cantidad de inyección y el grado del cambio gradual en el periodo de cambio gradual mencionado anteriormente se hace uniforme en la realización mencionada anteriormente, también pueden cambiarse independientemente los grados de cambio gradual de los mismos. Por ejemplo, cuando existe una gran diferencia entre las respuestas de estas variables controladas respectivas del sistema de inyección, o las sensibilidades al cambio de variables controladas del sistema de entrada y el sistema EGR, puede ser posible suprimir de manera más adecuada las fluctuaciones de par de torsión en el
35 momento del cambio del modo de combustión cambiando el grado del cambio gradual para cada variable controlada del sistema de inyección. Como para un periodo de cambio gradual, de forma similar, el periodo puede cambiarse para cada variable controlada del sistema de inyección.

40 El cálculo de una cantidad de corrección de cada cantidad de inyección de la cantidad de corrección de par de torsión qdm , la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp también puede cambiarse de manera adecuada sin limitarse a los cálculos puestos como ejemplo en la realización mencionada anteriormente. Por ejemplo, la cantidad de corrección de ondulación qdi puede calcularse basándose en una cantidad de inyección piloto y un intervalo piloto, o la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp
45 también puede calcularse según una medición real de la presión interna de cilindro en el momento de la inyección principal, o una estimación de la presión interna de cilindro, etc. en el momento de la inyección principal que se calcula desde el momento de la inyección principal $ainjm$, la cantidad de aire de admisión. Brevemente, cuando se cambian los valores requeridos según el cambio del modo de combustión, es posible suprimir de manera adecuada las fluctuaciones de par de torsión en el momento del cambio del modo de combustión mediante la aplicación del procesamiento de cambio gradual que es similar o que se adapta al de la realización mencionada anteriormente.
50

En el momento de calcular las cantidades de inyección de inyecciones auxiliares tales como la inyección piloto y la inyección posterior, puede realizarse una corrección con una cantidad de corrección de una cantidad de inyección que es igual a al menos una de la cantidad de corrección de par de torsión qdm , la cantidad de corrección de ondulación
55 qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp .

Cuando el cambio de la tasa de inyección del inyector 40 que acompaña al estado de implementación de dos o más tiempos de inyecciones o el cambio de momento de inyección de combustible es pequeño hasta el grado de que puede ignorarse, también pueden omitirse cualquiera o ambas de la cantidad de corrección de ondulación qdi y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro qdp .
60

El procesamiento de cambio gradual de las variables controladas respectivas mencionadas anteriormente del sistema de inyección puede realizarse mediante un procedimiento distinto al procesamiento de medias ponderadas (recocido) puesto como ejemplo en la realización mencionada anteriormente. Brevemente, cuando cada variable controlada
65 del sistema de inyección se cambia gradualmente en el periodo de cambio gradual mencionado anteriormente desde el valor requerido en el modo de combustión antes del cambio hasta el valor requerido en el modo de combustión después del cambio, puede adoptarse un procesamiento de cambio gradual arbitrario.

ES 2 348 279 T3

La presente invención también es aplicable a un motor diésel que cambia un modo de combustión en la combinación de modos de combustión distinta de la combinación de cuatro modos de combustión puestos como ejemplo en la realización mencionada anteriormente.

5 Sin limitarse a la estructura del motor 10 diésel que se pone como ejemplo en la realización mencionada anteriormente, la presente invención puede aplicarse a un motor diésel siempre que el motor diésel realice el cambio de modos de combustión.

10 Los presentes ejemplos y realizaciones han de considerarse como ilustrativos y no restrictivos y la invención no ha de limitarse a los detalles proporcionados en el presente documento, sino que puede modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato (50) de control de inyección de combustible aplicado a un motor (10) diésel que puede cambiar modos de combustión (1-5) según una condición de conducción (ne, accp), en donde el aparato (50) computa la cantidad de inyección requerida (qfin) basándose en la velocidad de motor (ne) y la carga (accp) que actúa sobre el motor (10), y corrige la cantidad de inyección requerida (qfin) computada usando una cantidad de corrección de par de torsión (qdm) que representa una diferencia en la cantidad de inyección para generar un par de torsión requerido del motor (10) entre diferentes modos de combustión (1-5), determinando de ese modo un valor de instrucción de cantidad de inyección (qfinm), en el que, cuando se cambian los modos de combustión (1-5), el aparato (50) cambia gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) de un valor requerido en el modo de combustión (1-5) antes del cambio a un valor requerido para el modo de combustión (1-5) después del cambio,

caracterizándose el aparato (50) porque el aparato (50) cambia el grado (mtc) del cambio gradual de la cantidad de corrección del par de torsión (qdm) según la combinación del modo de combustión (1-5) antes del cambio y el modo de combustión (1-5) después del cambio.

2. Aparato (50) según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, cuando se determina el valor de instrucción de cantidad de inyección (qfinm), el aparato (50) corrige la cantidad de inyección requerida (qfin) usando una cantidad de corrección de ondulación (qdi), que representa una parte cambiada de la tasa de inyección producida por una fluctuación de la presión de combustible debida a la ejecución de una inyección auxiliar, y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro (qdp), que representa una parte cambiada de la tasa de inyección producida por un cambio de la presión interna de cilindro en el momento de la inyección, acompañando el cambio de la presión interna de cilindro a un cambio del momento de la inyección, y en donde el aparato (50) cambia gradualmente la cantidad de corrección de ondulación (qdi) y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro (qdp) desde valores requeridos en el modo de combustión (1-5) antes del cambio hasta valores requeridos para el modo de combustión (1-5) después del cambio al mismo tiempo que se cambia gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) cuando se cambian los modos de combustión (1-5).

3. Aparato (50) según la reivindicación 2, **caracterizado** porque, cuando se cambian los modos de combustión (1-5), el grado (mtc) de cambios graduales de la cantidad de corrección de par de torsión (qdm), la cantidad de corrección de ondulación (qdi), y la cantidad de corrección de presión interna de cilindro (qdp) son iguales.

4. Aparato (50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el aparato (50) cambia gradualmente el momento de la inyección y una presión de inyección objetivo desde valores requeridos en el modo de combustión (1-5) antes del cambio hasta valores requeridos para el modo de combustión (1-5) después del cambio al mismo tiempo que se cambia gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) cuando se cambian los modos de combustión (1-5).

5. Aparato (50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el aparato (50) cambia el grado (mtc) del cambio gradual de la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) según la velocidad de motor (ne).

6. Aparato (50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el aparato (50) cambia un periodo (ainjm) para cambiar gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) según la combinación del modo de combustión (1-5) antes del cambio y el modo de combustión (1-5) después del cambio.

7. Aparato (50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el aparato (50) cambia el periodo (ainjm) para cambiar gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) según la velocidad de motor (ne).

8. Aparato (50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque los modos de combustión (1-5) incluyen un modo de combustión normal (1), en el que se realiza la combustión fijando la tasa de circulación de gases de escape inferior a la tasa de circulación de gases de escape a la que la cantidad de emisión de humo se convierte en un máximo, y un modo de combustión a baja temperatura (4), en el que se realiza la combustión fijando la tasa de recirculación de gases de escape superior a la tasa de recirculación de gases de escape a la que la cantidad de emisión de humo se convierte en un máximo.

9. Procedimiento para controlar un aparato (50) de control de inyección de combustible aplicado a un motor (10) diésel que puede cambiar el modo de combustión (1-5) según una condición de conducción (ne, accp), comprendiendo el procedimiento:

computar la cantidad de inyección requerida (qfin) basándose en la velocidad de motor (ne) y la carga (accp) que actúa sobre el motor (10);

corregir la cantidad de inyección requerida (qfin) usando la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) que representa una diferencia en la cantidad de inyección requerida para generar un par de torsión requerido entre diferentes modos de combustión (1-5), determinando de ese modo un valor de instrucción de cantidad de inyección (qfinm);

ES 2 348 279 T3

cambiar gradualmente la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) desde un valor requerido en el modo de combustión (1-5) antes del cambio hasta un valor requerido para el modo de combustión (1-5) después del cambio cuando se cambia el modo de combustión (1-5),

5 **caracterizándose** el procedimiento por:

cambiar el grado (mtc) del cambio gradual de la cantidad de corrección de par de torsión (qdm) según la combinación del modo de combustión (1-5) antes del cambio y el modo de combustión (1-5) después del cambio.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

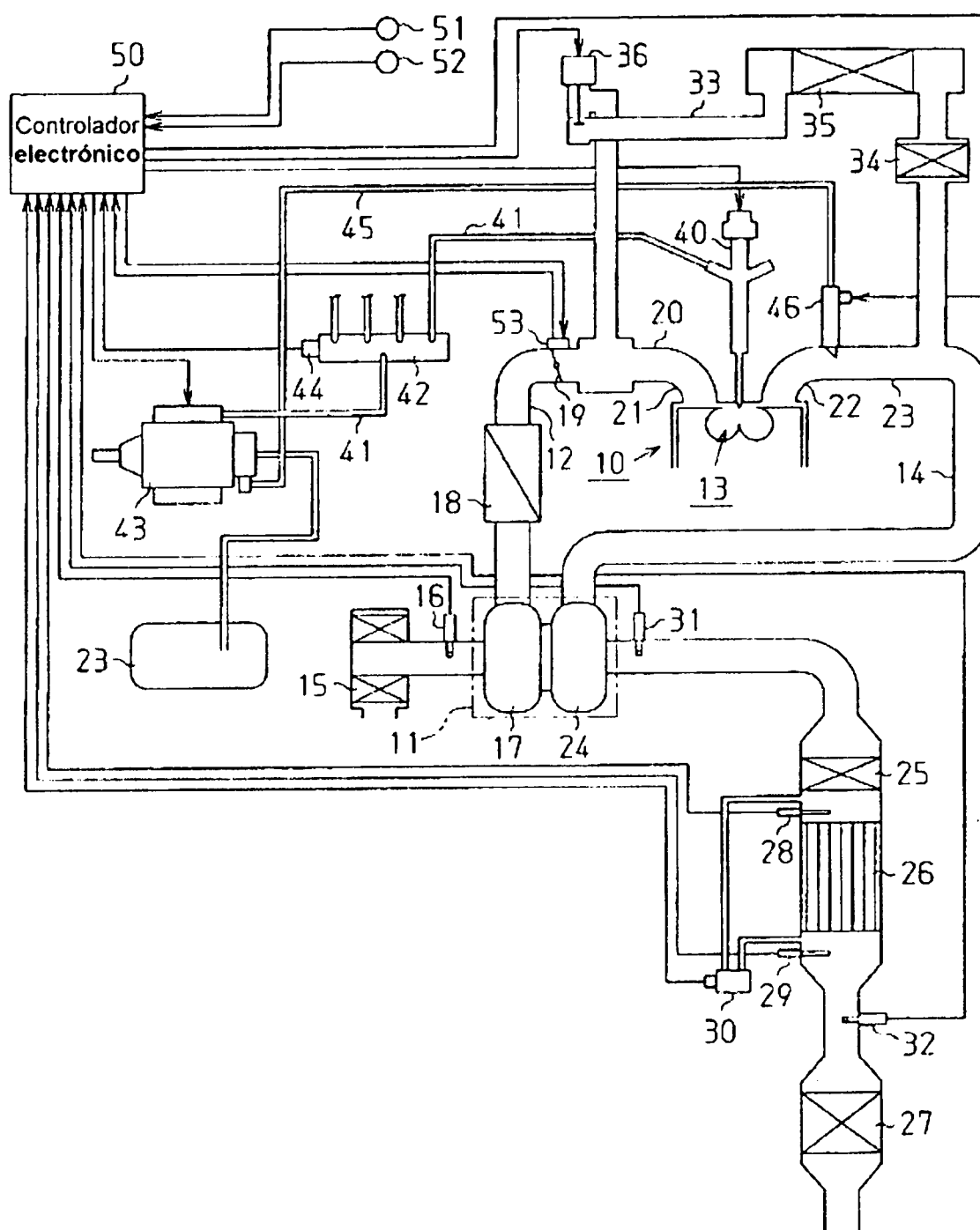


Fig. 2

Mapa de cálculo de la cantidad de corrección de par de torsión requerida

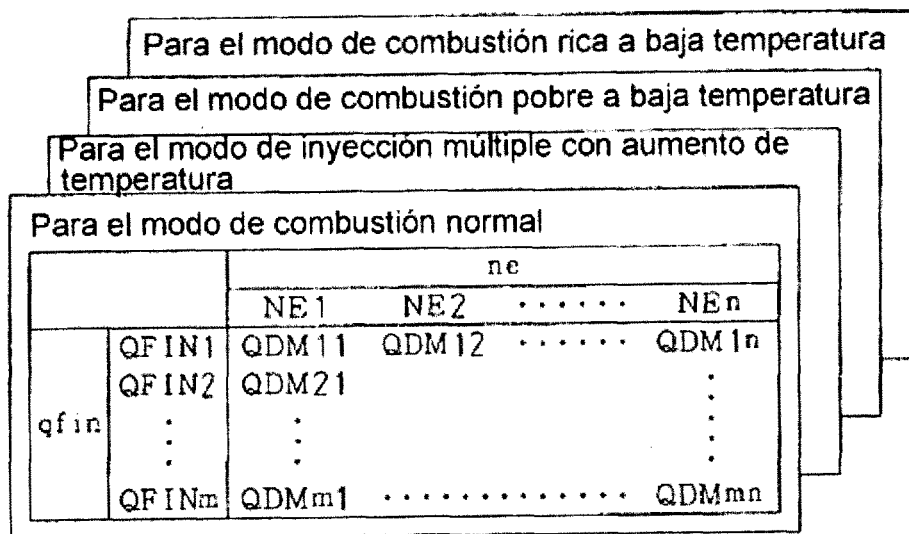


Fig. 3

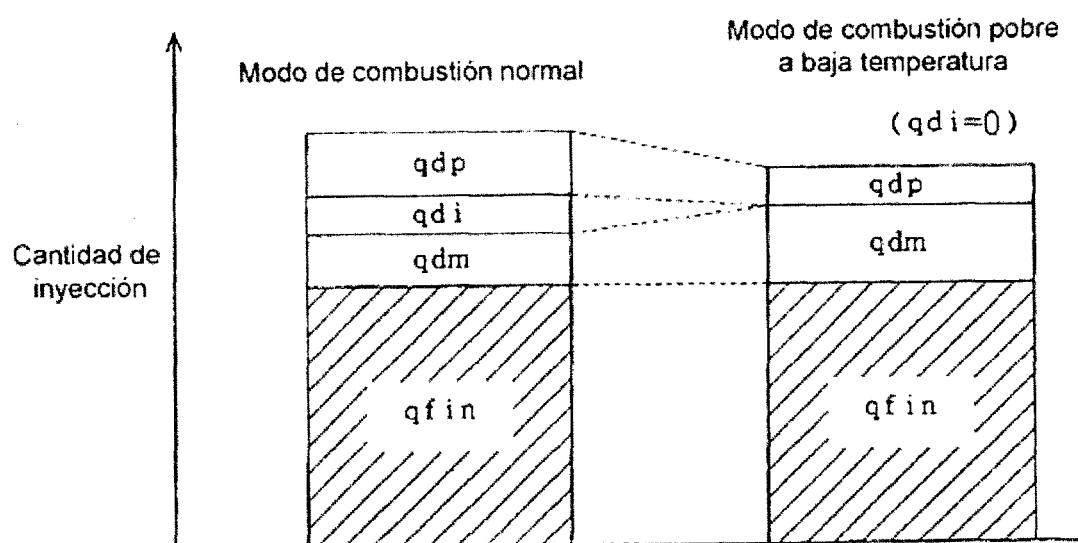


Fig. 4

Flujo de procesamiento en el momento del cambio del modo de combustión

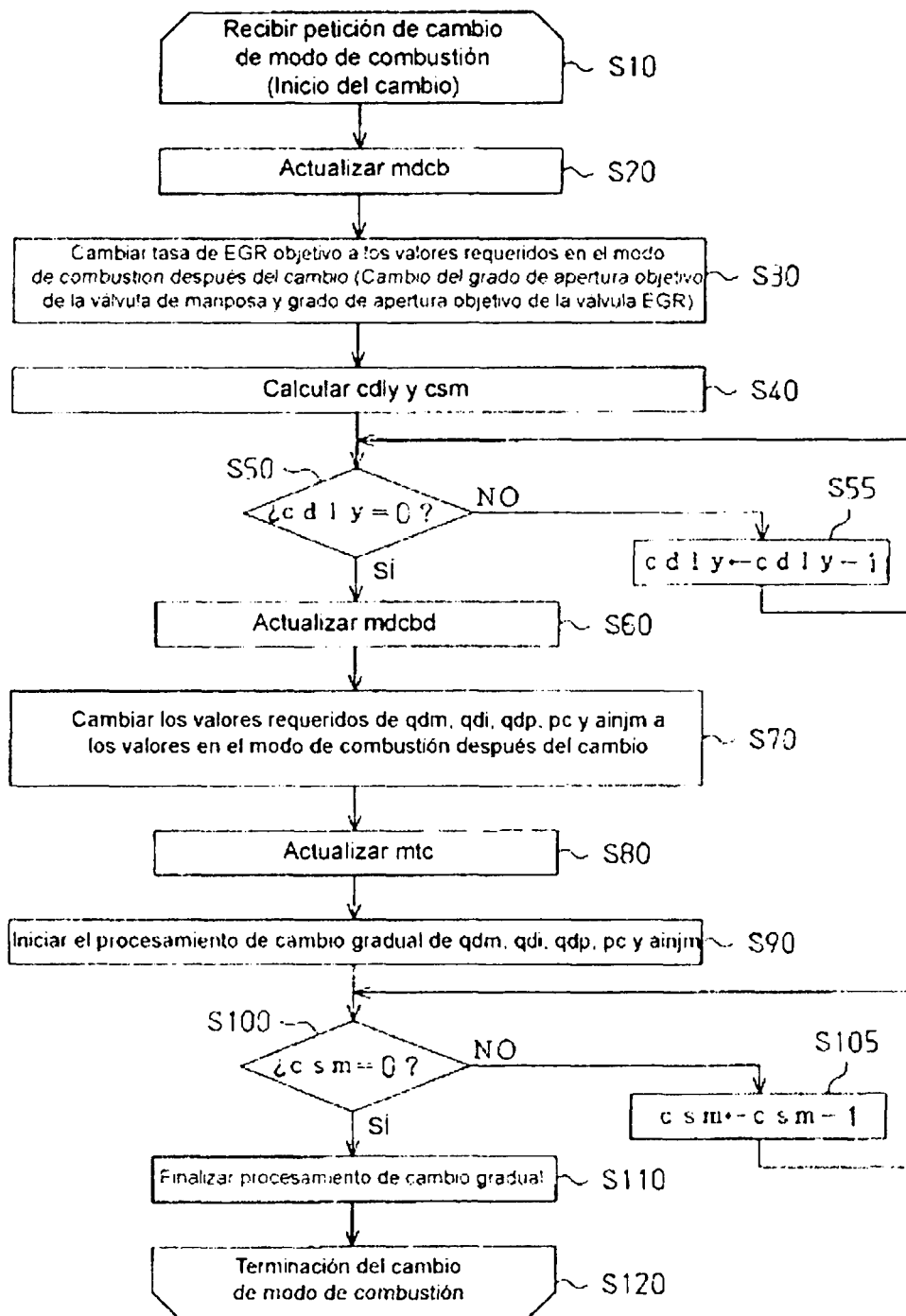


Fig. 5

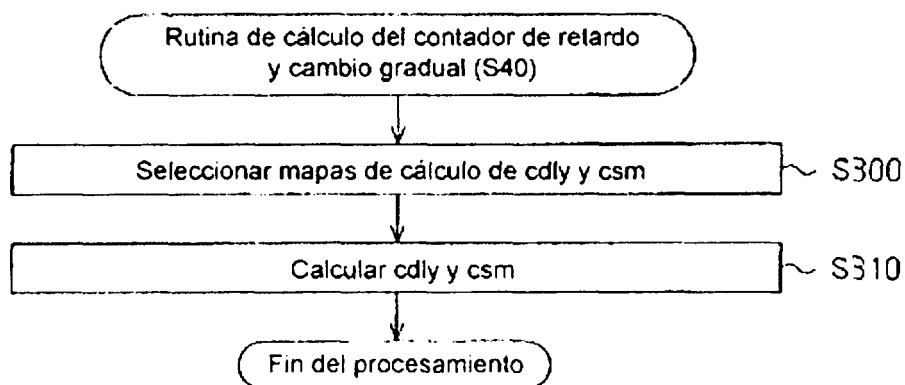
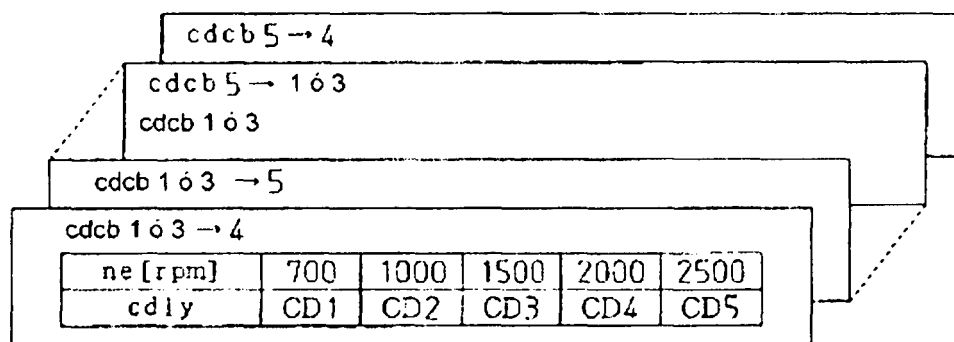


Fig. 6

(A) Mapa de cálculo del contador de retardo



(B) Mapa de cálculo del contador de cambio gradual

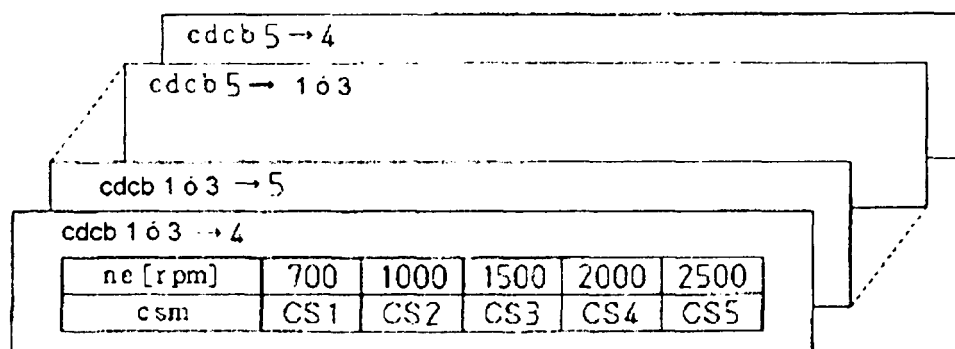


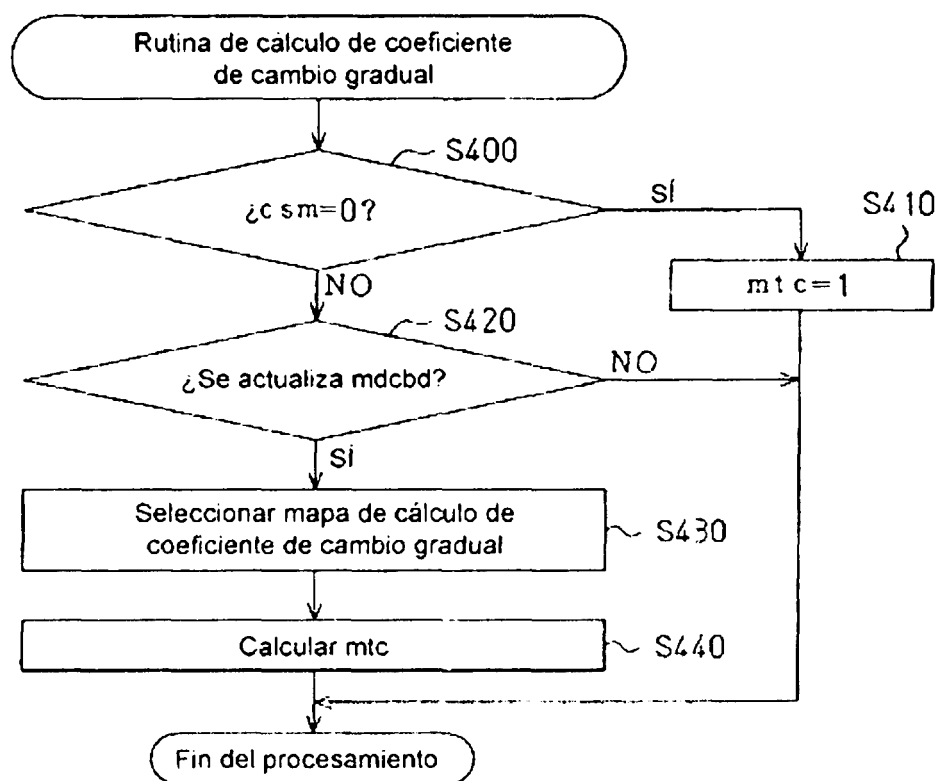
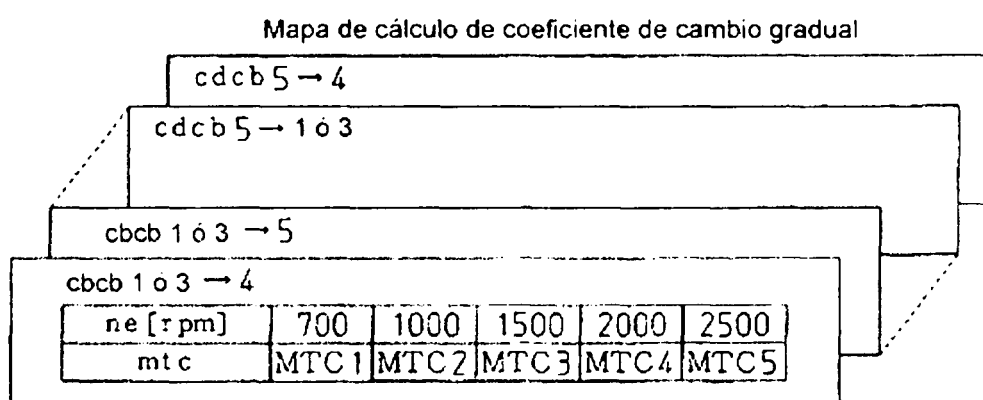
Fig. 7**Fig. 8**

Fig. 9

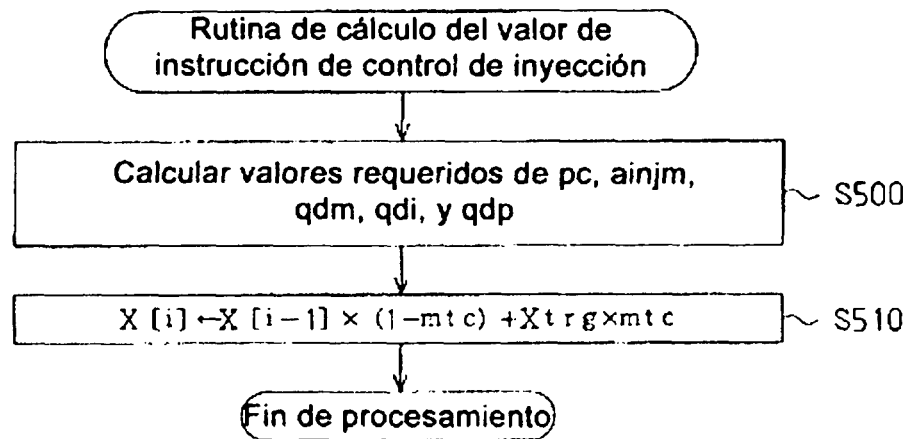


Fig. 10

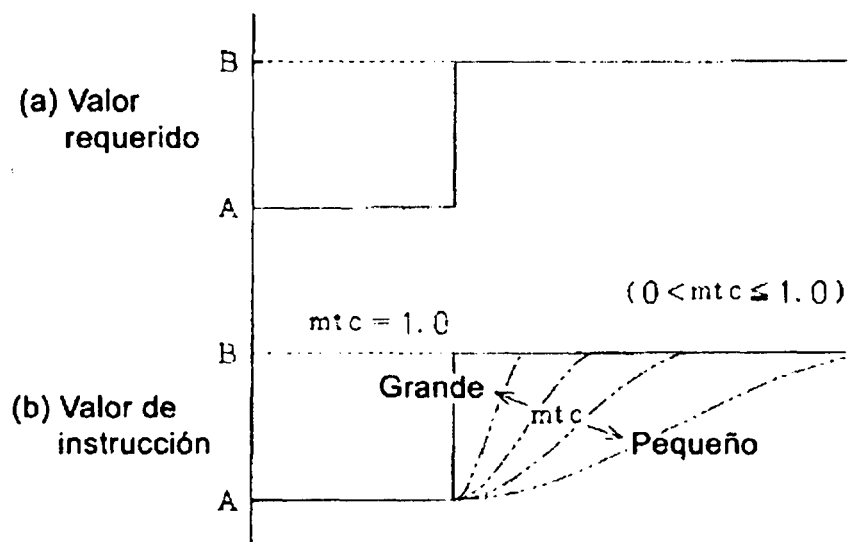


Fig. 11

