

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 564**

51 Int. Cl.:
F02D 41/02 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00900163 .7**
96 Fecha de presentación: **11.01.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1143130**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.10.2001**

54 Título: **Dispositivo y método para controlar motores**

30 Prioridad:
12.01.1999 JP 536299
10.02.1999 JP 3289499
25.05.1999 JP 14549299

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.05.2012

73 Titular/es:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, TOYOTA-CHO
TOYOTA-SHI, AICHI-KEN 471-8571, JP

72 Inventor/es:
MIZUNO, Hiroyuki;
TAKAGI, Noboru y
FUWA, Naohide

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 381 564 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para controlar motores

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un motor del tipo que conmuta el modo de combustión, y, más particularmente, a un dispositivo de control y un método de control que controlan un motor de acuerdo con una carga que actúa sobre el motor.

10

Antecedentes de la técnica

En un motor convencional de un vehículo, el aire aspirado dentro de una cámara de combustión a través de un paso de admisión y el combustible a inyectar desde una válvula de inyección de combustible, se mezclan para formar una mezcla aire-combustible. El motor obtiene potencia de impulso al quemar la mezcla de aire-combustible en las cámaras de combustión. Una mariposa para regular la cantidad de aire que se dirige a las cámaras de combustión, está dispuesta en el paso de admisión. Puesto que la cantidad de aire que se dirige a las cámaras de combustión se regula al ajustar el grado de abertura de la mariposa, la cantidad de la mezcla aire-combustible que se va a llenar en las cámaras de combustión, cambia ajustando de este modo la potencia del motor.

15

20

Recientemente, unos motores del tipo que conmutan el modo de combustión de acuerdo con el estado de funcionamiento del motor han sido probados y se han puesto en práctica para mejorar el rendimiento de combustible y producir suficiente potencia del motor al mismo tiempo. Dicho motor se divulga en, por ejemplo, la publicación de patente japonesa sin examinar (KOKAI) No. Hei 5-288098.

25

El motor divulgado en la publicación tiene una válvula de inyección de combustible que inyecta combustible directamente dentro de las cámaras. En un modo de alta velocidad del motor o un modo de carga alta, tiene lugar la combustión con el combustible uniformemente mezclado con aire para producir suficiente potencia del motor. Dicho modo de combustión se denomina combustión de carga homogénea. Para realizar la combustión de carga homogénea, el combustible se inyecta dentro de una cámara de combustión en el tiempo de admisión. El combustible inyectado se mezcla uniformemente con aire en la cámara de combustión y la mezcla homogénea de aire y combustible se enciende mediante una bujía.

30

35

En un modo de baja velocidad del motor o un modo de carga baja, se ejecuta una combustión de carga estratificada a fin de mejorar el rendimiento del combustible. En el modo de combustión de carga estratificada, la concentración de combustible alrededor de la bujía aumenta para mejorar el encendido, y se lleva a cabo la combustión mientras que la relación media aire- combustible de la mezcla en la cámara de combustión es mayor que la relación estequiométrica aire- combustible. Para ejecutar la combustión de carga estratificada, el combustible se inyecta dentro de la cámara de combustión en el tiempo de compresión del motor. El combustible inyectado golpea un rebaje provisto en la parte superior del pistón y se recoge alrededor de la bujía. La mezcla del combustible recogido y el aire en la cámara de combustión se enciende mediante la bujía.

40

45

En la combustión de carga estratificada, el grado de abertura de la mariposa es mayor que en el modo de combustión de carga homogénea. Como resultado, las pérdidas por bombeo se reducen.

Puesto que el modo de combustión para un motor se conmuta entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada de acuerdo con el estado de funcionamiento del motor en la manera descrita anteriormente, el rendimiento del combustible puede mejorarse y se produce suficiente potencia del motor.

50

Normalmente, los motores se controlan de acuerdo con la carga. Un ejemplo de control de acuerdo con la carga del motor es el control de la cantidad de inyección de combustible. Para el motor en el cual el modo de combustión se conmuta, un parámetro que representa la cantidad de aire de admisión, por ejemplo, la cantidad del propio aire de admisión o la presión de admisión, se utiliza como un valor que representa la carga del motor en un modo de combustión de carga homogénea. De acuerdo con el valor de ese parámetro, la cantidad de inyección de combustible está controlada.

55

En la combustión de carga estratificada, el ángulo de la mariposa es mayor que en el modo de combustión de carga homogénea. Si un parámetro que representa la cantidad de aire de admisión se utiliza para controlar la cantidad de inyección de combustible en el modo de combustión de carga estratificada, la cantidad de inyección de combustible es inadecuada para la carga del motor. En consecuencia, en un modo de combustión de carga estratificada, la cantidad de la manipulación de la aceleración se utiliza para representar la carga del motor y la cantidad de inyección de combustible está controlada de acuerdo con la posición del pedal de aceleración.

60

Como resulta evidente a partir de lo anterior, el control de la cantidad de inyección de combustible de acuerdo con la carga del motor se realiza adecuadamente mediante la conmutación del valor que se utiliza para representar la carga del motor, de acuerdo con el modo de combustión del motor.

- 5 Que el valor a utilizar para representar la carga del motor difiera de acuerdo con el modo de combustión del motor, significa que los controles realizados de acuerdo con la carga del motor en la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada son independientes.

10 El control que se lleva a cabo de acuerdo con la carga del motor afecta de forma general al par motor del motor. Sin embargo, si los controles que tienen lugar de acuerdo con la carga del motor en la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada son independientes, es difícil hacer coincidir las características del par motor entre los modos de combustión. En particular, el control de la cantidad de inyección tiene una influencia significativa sobre las características del par motor incluyendo la característica de respuesta en el estado de transición de las características del par motor. Es por tanto difícil hacer coincidir las características del par motor entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada.

15 El documento EP 0 882 879 divulga un motor con un control del par motor. De acuerdo con este documento, un controlador determina una relación objetivo equivalente para un estado de funcionamiento detectado del motor, controla un cambio entre una combustión de carga estratificada y una combustión de carga homogénea, retrasa la relación objetivo equivalente, determina una orden de control del aire de admisión y una orden del combustible en respuesta a la relación objetivo equivalente retrasada. La relación objetivo equivalente se obtiene al calcular una relación (estequiometría) / (relación objetivo aire combustible).

20 El documento EP 0 849 458 divulga un aparato de control para un motor que evita que el par motor se sobresalte cuando la cantidad de inyección de combustible actual cambia repentinamente, debido a un cambio del modo de combustión. De acuerdo con este documento, se obtiene una cantidad de inyección de combustible básica Q_{f0} a partir de una velocidad del motor NE y un grado de depresión del pedal de aceleración ACCP. Si se lleva a cabo una combustión de carga homogénea estequiométrica, se obtiene una cantidad de inyección de combustible actual Q_f a partir de la velocidad del motor NE y la presión de admisión PM. Si se lleva a cabo la combustión de carga estratificada, se obtiene una cantidad de inyección de combustible actual Q_f al corregir la cantidad de inyección de combustible básica Q_{f0} , que se obtiene en la etapa 201, con unos coeficientes de corrección KLMT y KQ_f .

25 Es el objeto de la invención proporcionar un dispositivo de control para un motor capaz de hacer coincidir fácilmente las características del par motor de salida entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada, así como un método de control correspondiente.

30 El objeto de la invención se logra mediante un dispositivo de control para un motor de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un método de acuerdo con la reivindicación 15, respectivamente. Se llevan a cabo realizaciones ventajosas de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

35 La presente invención proporciona un dispositivo de control para un motor que obtiene potencia al quemar una mezcla de aire y combustible en una cámara de combustión. El motor tiene un pedal de aceleración y una válvula de mariposa para ajustar una cantidad de aire de admisión a la cámara de combustión. El motor conmuta un modo de combustión entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada. El dispositivo de control tiene unos medios de control que controlan el motor de acuerdo con una carga que actúa sobre el motor. Cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control utilizan un parámetro que representa la cantidad de presión del aire de admisión como un valor que representa la carga del motor. El dispositivo de control tiene además unos medios de computación para calcular, como un parámetro virtual, un valor que puede ser o bien la presión o la cantidad de aire de admisión obtenida suponiendo que la combustión de carga homogénea se ejecuta con una cantidad de manipulación del pedal de aceleración cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada. Cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, los medios de control utilizan el parámetro virtual como un valor que representa la carga del motor; y un correspondiente método de control para un motor que obtiene potencia al quemar una mezcla de aire y combustible en una cámara de combustión.

40 En cualquier modo de combustión, combustión de carga homogénea o combustión de carga estratificada, un parámetro común que representa la cantidad de aire de admisión o la presión, se utiliza como un valor que representa la carga del motor en el control del motor. Esto vincula el control del motor de acuerdo con la carga del motor en la combustión de carga homogénea con aquella en la combustión de carga estratificada, asegurando de este modo hacer coincidir fácilmente las características del par motor de salida entre los modos de combustión.

60

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra un motor de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- 5 La figura 2 es un diagrama de bloque que muestra la estructura eléctrica de un dispositivo de control con el que el motor de la figura 1 está equipado;
- La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular varios valores de control del motor;
- La figura 4 es un mapa que se refiere al momento de calcular un coeficiente corrector de la temperatura del aire de admisión;
- 10 La figura 5 es un mapa que se refiere al momento de calcular un coeficiente corrector de la presión atmosférica;
- La figura 6 es un mapa que se refiere al momento de calcular un coeficiente corrector de la temperatura del agua;
- La figura 7 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de un ángulo objetivo de la mariposa, un ángulo real de la mariposa, una presión de admisión prevista y una cantidad de inyección de combustible básica en el modo de combustión de carga estratificada, y las transiciones de un ángulo virtual de la mariposa, una presión de admisión virtual y una cantidad de inyección de combustible en el modo de combustión de carga estratificada, con respecto a un cambio en una cantidad de depresión en aceleración;
- 15 La figura 8 es un gráfico de tiempo que ilustra los procedimientos de calcular la presión de admisión prevista;
- La figura 9 es un gráfico de tiempo que ilustra los procedimientos de calcular la presión de admisión prevista;
- La figura 10 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de un ángulo de la mariposa después de la compensación del avance de fase y un ángulo real de la mariposa respecto a un cambio en el ángulo objetivo de la mariposa;
- 20 La figura 11 es un mapa que se refiere al momento de calcular una cantidad objetivo de un ángulo de avance;
- La figura 12 es un mapa que se refiere al momento de calcular una presión de admisión en el modo normal cuando la distribución de válvula de una válvula de admisión está en el ángulo más avanzado;
- 25 La figura 13 es un mapa que se refiere al momento de calcular una presión de admisión en el modo normal cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión está en el ángulo más retrasado;
- La figura 14 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de una presión de admisión después de corrección PMTA, un valor de cambio gradual PMSM, una salida del filtro PMSM1Si y una presión real de admisión PMr;
- La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular una presión de admisión virtual;
- 30 La figura 16 es un mapa que se refiere al momento de calcular un coeficiente corrector de la presión atmosférica;
- La figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular una cantidad final de inyección de combustible de acuerdo con una segunda realización;
- La figura 18 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, un coeficiente corrector de la cantidad de inyección de combustible y un par motor cuando se conmuta la combustión de carga homogénea a la combustión de carga estratificada;
- 35 La figura 19 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, un coeficiente corrector de la cantidad de inyección de combustible y un par motor cuando se conmuta la combustión de carga homogénea a la combustión de carga estratificada;
- La figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un momento objetivo de encendido de acuerdo con la segunda realización;
- 40 La figura 21 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, una cantidad correctora del ángulo de retraso del momento de encendido y un par motor cuando se conmuta la combustión de carga estratificada a la combustión de carga homogénea;
- La figura 22 es un gráfico de tiempo que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, una cantidad correctora del ángulo de la mariposa y un par motor cuando se conmuta la combustión de carga estratificada a la combustión de carga homogénea;
- 45 La figura 23 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un ángulo objetivo de la mariposa de acuerdo con la segunda realización;
- La figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de un proceso de retraso en el momento de conmutar la combustión de carga estratificada a la combustión de carga homogénea de acuerdo con la segunda realización;
- 50 La figura 25 es un gráfico que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual y un par motor de acuerdo con un cambio en la carga del motor en la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea;
- 55 La figura 26 es un gráfico que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual y un par motor de acuerdo con un cambio en la carga del motor en la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea;
- La figura 27 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular una cantidad final de inyección de combustible de acuerdo con una tercera realización;
- 60 La figura 28 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un valor adquirido de acuerdo con la tercera realización;
- La figura 29 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de procesar un contador de la combustión de

carga homogénea de acuerdo con la tercera realización;

La figura 30 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un ángulo objetivo de la mariposa de acuerdo con una cuarta realización;

5 La figura 31 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un valor adquirido de acuerdo con la cuarta realización;

La figura 32 es un gráfico que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, un ángulo objetivo de la mariposa y un par motor de acuerdo con un cambio en la carga del motor en la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea;

10 La figura 33 es un gráfico que muestra las transiciones de una presión de admisión prevista, una presión de admisión virtual, un ángulo objetivo de la mariposa y un par motor de acuerdo con un cambio en la carga del motor en la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea;

La figura 34 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos para el control del corte del combustible de acuerdo con una quinta realización;

15 La figura 35 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos para el control del corte del aire acondicionado de acuerdo con una sexta realización;

La figura 36 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos para el control del corte del aire acondicionado de acuerdo con una séptima realización; y

20 La figura 37 es un diagrama de flujo que ilustra los procedimientos de calcular un momento objetivo de encendido de acuerdo con la séptima realización.

Realización preferente para llevar a cabo la invención

(Primera realización)

25 A continuación se proporcionará una descripción de una primera realización en la cual la presente invención está adaptada a un motor de gasolina para un vehículo de cuatro cilindros en línea haciendo referencia a las figuras 1 a 16.

30 Como se muestra en la figura 1, un motor 11 tiene un bloque de cilindros 11a con cuatro cilindros (sólo se muestra uno). Los pistones 12, que están provistos asociados con los respectivos cilindros, tienen un movimiento alternativo en el bloque de cilindros 11a. Cada pistón 12 está acoplado a un cigüeñal o un eje de salida 14 a través de una biela 13. El movimiento alternativo del pistón 12 se convierte en movimiento giratorio del cigüeñal 14 mediante la biela 13. En la superficie superior del pistón 12 está conformado un rebaje 12a, el cual es necesario para llevar a cabo la combustión de carga estratificada.

35 Un rotor de señal 14a está unido a un extremo del cigüeñal 14. Una pluralidad de salientes 14b está dispuesta en la superficie exterior del rotor de señal 14a en posiciones angulares iguales alrededor del eje del cigüeñal 14. Un sensor de posición de cigüeñal 14c está provisto orientado a la superficie exterior del rotor de señal 14a. Mientras el cigüeñal 14 gira, los salientes individuales 14b del rotor de señal 14a pasan, uno a uno, la posición orientada al sensor de posición de cigüeñal 14c. El sensor de posición de cigüeñal 14c produce una señal de detección a modo de pulso de acuerdo con el paso de los salientes 14b.

40 El bloque de cilindros 11a está dotado con un sensor de la temperatura del refrigerante 11b, el cual detecta la temperatura, THW, del refrigerante que fluye en el motor 11 como la temperatura del motor 11.

45 Una culata de cilindros 15 está unida a la parte superior del bloque de cilindros 11a. Una cámara de combustión 16 está conformada entre la culata de cilindros 15 y cada pistón 12. Unas aberturas de admisión 17 y aberturas de escape 18, dispuestas en la culata de cilindros 15, están conectadas a cada una de las cámaras de combustión 16. Unas válvulas de admisión 19 están asociadas con las aberturas de admisión 17. Igualmente, las válvulas de escape 20 están dispuestas asociadas con las aberturas de escape 18.

50 Como se muestra en la figura 1, un árbol de levas de admisión 21 para accionar las válvulas de admisión 19 se sostiene de forma giratoria sobre la culata de cilindros 15. Un árbol de levas de escape 22 para accionar las válvulas de escape 20 también se sostiene de forma giratoria sobre la culata de cilindros 15. Los árboles de levas de admisión y de escape 21 y 22 están acoplados al cigüeñal 14 mediante un mecanismo de accionamiento y transmisión, el cual incluye una correa de distribución y engranajes (ninguno se muestra). Puesto que el árbol de levas de admisión 21 gira por el cigüeñal 14, las válvulas de admisión 19 están accionadas de tal manera para conectar y desconectar selectivamente las aberturas de admisión 17 a y desde la cámara de combustión 16. Puesto que el árbol de levas de escape 22 gira por el cigüeñal 14, las válvulas de escape 20 están accionadas para conectar y desconectar selectivamente las aberturas de escape 18 a y desde la cámara de combustión 16.

La transmisión del giro del árbol de levas de admisión 21 desde el cigüeñal 14 se lleva a cabo mediante un

- 5 mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 dispuesto en el árbol de levas de admisión 21. El mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 varía la distribución de válvula de las válvulas de admisión 19 al cambiar la fase de giro del árbol de levas de admisión 21 respecto al cigüeñal 14. El mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 se impulsa por aceite que se suministra mediante una válvula de control de aceite (OCV) 27a. La distribución de válvula de las válvulas de admisión 19 se ajusta mediante el control de la presión hidráulica para accionar el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 mediante el control de la OCV 27a. El ajustar la distribución de válvula optimiza la distribución de válvula de las válvulas de admisión 19, lo cual mejora la potencia del motor y reduce el consumo específico de combustible.
- 10 Un sensor de posición de leva 21b está provisto en la culata de cilindros 15 orientado a la superficie exterior de un extremo del árbol de levas de admisión 21. Uno o más (dos en la figura 1) salientes 21a están provistos en la superficie exterior de un extremo del árbol de levas de admisión 21. Mientras el árbol de levas de admisión 21 gira, los salientes 21a pasan la posición orientada al sensor de posición de leva 21b. El sensor de posición de leva 21b produce una señal de detección a modo de pulso de acuerdo con el paso de los salientes 21a.
- 15 Un colector de admisión 30 está conectado a las aberturas de admisión 17. Un colector de escape 31 está conectado a las aberturas de escape 18. El colector de admisión 30 y las aberturas de admisión 17 constituyen un paso de admisión 32, y el colector de escape 31 y las aberturas de escape 18 constituyen un paso de escape 33. Una válvula de mariposa 23 está localizada en el paso de admisión 32. La válvula de mariposa 23 está accionada por un motor de la mariposa 24 que comprende un motor de corriente continua DC para regular la cantidad de abertura del paso de admisión 32. El grado de abertura de la válvula de mariposa 23 se detecta por un sensor de posición de la mariposa 44.
- 20 El motor de la mariposa 24 está controlado en base a la cantidad de depresión de un pedal de aceleración 25 provisto en el compartimento de pasajeros de un coche. Mientras el conductor del coche pisa el pedal de aceleración 25, la cantidad de depresión del pedal de aceleración 25 se detecta por un sensor de posición de aceleración 26 y el motor de la mariposa 24 está controlado en base al resultado de esa detección. El motor de la mariposa 24 ajusta el grado de abertura de la válvula de mariposa 23. De acuerdo con el grado de abertura de la válvula de mariposa 23, se regula la cantidad de aire que se suministra dentro de la cámara de combustión 16 desde el paso de admisión 32.
- 25 Un sensor de vacío 36 está provisto curso abajo de la válvula de mariposa 23, el cual detecta la presión interna del paso de admisión 32. El sensor de vacío 36 produce una señal de detección correspondiente a la presión interna del paso de admisión 32. Un sensor de temperatura del aire 37 está provisto curso arriba de la válvula de mariposa 23, el cual detecta la temperatura de aire que atraviesa el paso de admisión 32. El sensor de temperatura del aire 37 produce una señal de detección correspondiente a la temperatura detectada del aire (temperatura del aire de admisión) THA.
- 30 Como se muestra en la figura 1, las válvulas de inyección de combustible 40, las cuales inyectan directamente combustible en las cámaras de combustión 16, están provistas en la culata de cilindros 15 asociados a las respectivas cámaras de combustión 16. Unas bujías 41, que encienden la mezcla de combustible y aire en las cámaras de combustión 16, están provistas asociadas a las respectivas cámaras de combustión 16. El momento en el cual la bujía 41 realiza el encendido se ajusta mediante un encendedor 41a provisto por encima de la bujía 41.
- 35 El combustible que se inyecta dentro de la cámara de combustión 16 desde la válvula de inyección de combustible 40 se mezcla con el aire que se lleva a la cámara de combustión 16 desde el paso de admisión 32, produciendo de este modo la mezcla de aire y combustible en al cámara de combustión 16. La mezcla en la cámara de combustión 16 se enciende mediante la bujía 41 y se quema, y el gas que se produce por la combustión se envía como un gas de escape al paso de escape 33.
- 40 Una porción del paso de admisión 32 curso abajo de la válvula de mariposa 23 está conectada al paso de escape 33 mediante un paso de recirculación de gases de escape (paso EGR) 42. Una válvula 43 con un motor por etapas 43a está localizada en el paso EGR 42. El grado de abertura de la válvula EGR 43 se regula por el motor por etapas 43a. El ajuste del grado de abertura de la válvula EGR 43 regula la cantidad del gas de escape (cantidad de EGR) que recircula al paso de admisión 32 desde el paso de escape 33. La recirculación del gas de escape al paso de admisión 32 rebaja la temperatura de la cámara de combustión 16, lo cual suprime la generación de óxidos de nitrógeno (NOx), conduciendo de este modo a la reducción en las emisiones.
- 45 La estructura eléctrica del dispositivo de control para el motor 11 se describirá ahora haciendo referencia a la figura 2. El dispositivo de control tiene una unidad electrónica de control (de aquí en adelante denominada "ECU") 92, la cual realiza los controles del motor, tales como el control de la cantidad de la inyección de combustible, el control del momento de la inyección de combustible, el control del momento del encendido, el control del ángulo de la mariposa y el control del EGR. La ECU 92 está configurada como un circuito aritmético y lógico, el cual incluye una ROM
- 50
- 55
- 60

(memoria de solo lectura) 93, una CPU (unidad central de procesamiento) 94, una RAM (memoria de acceso aleatorio) 95, una RAM de respaldo 96, etc.

5 La ROM 93 almacena varios programas y mapas de control o similares, a los cuales se hace referencia cuando funcionan los varios programas de control. La CPU 94 realiza operaciones aritméticas basadas en los varios programas y mapas de control almacenados en la ROM 93. La RAM 95 almacena temporalmente los resultados de las operaciones de la CPU 94 y la entrada de datos o similares de los sensores individuales. La RAM de respaldo 96 es una memoria no volátil que almacena datos que se graban en el momento en el que el motor se detiene 11. Las ROM 93, CPU 94, la RAM 95 y la RAM de respaldo 96 están conectadas entre sí y están conectadas a un circuito de interfaz de entrada 98 y a un circuito de interfaz de salida 99, mediante un vía de transmisión 97.

15 Conectados al circuito de interfaz de entrada 98 están el sensor de la temperatura del refrigerante 11b, el sensor de posición de cigüeñal 14c, el sensor de posición de leva 21b, el sensor de posición de aceleración 26, el sensor de vacío 36, el sensor de temperatura del aire 37, el sensor de posición de la mariposa 44, y similares. Conectados al circuito de interfaz de salida 99 están el motor de la mariposa 24, la OCV 27a, las válvulas de inyección de combustible 40, los encendedores 41a, la válvula EGR 43, etc.

20 La ECU 92 conmuta el modo de combustión entre la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea de acuerdo con el estado de funcionamiento del motor 11. La ECU 92 establece el modo de combustión a combustión de carga homogénea cuando el motor 11 está en el estado de velocidad alta o carga alta. Cuando el motor 11 está en el estado de velocidad baja o carga baja, la ECU 92 establece el modo de combustión a combustión de carga estratificada. En el estado de velocidad alta de motor o carga alta, se realiza la combustión de carga homogénea de manera que la relación aire-combustible de la mezcla se hace más pequeña, aumentando de este modo la potencia del motor. En el estado de velocidad baja de motor o carga baja, se ejecuta la combustión de carga estratificada de manera que la relación aire-combustible se hace relativamente mayor, mejorando de este modo el rendimiento del combustible.

30 Cuando se va a ejecutar la combustión de carga homogénea, la ECU 92 inyecta combustible desde la válvula de inyección de combustible 40 en el tiempo de aspiración del motor 11. En este momento, la relación aire-combustible de la mezcla en la cámara de combustión 16 se convierte en la relación estequiométrica aire-combustible o mayor. La ECU 92 controla el accionamiento del motor de la mariposa 24 de tal manera que el ángulo real de la mariposa se acerca al ángulo objetivo de la mariposa en base a la cantidad de depresión de la aceleración, y controla el encendedor 41a, la válvula EGR 43, etc. de tal manera que el momento de encendido, la cantidad de EGR y demás se convierten en valores adecuados para la combustión de carga homogénea.

35 Cuando se va a realizar la combustión de carga estratificada, la ECU 92 inyecta el combustible desde la válvula de inyección de combustible 40 en el tiempo de compresión del motor 11. En este momento, la relación aire-combustible en la cámara de combustión 16 se convierte en mayor que la relación aire-combustible en el modo de combustión de carga homogénea. La ECU 92 controla el accionamiento del motor de la mariposa 24 de tal manera que el ángulo real de la mariposa se acerca al ángulo objetivo de la mariposa en base a la cantidad de inyección de combustible que se calcula a partir de la cantidad de depresión de la aceleración que se va a describir más adelante, y controla el encendedor 41a, la válvula EGR 43, etc. de tal manera que el momento de encendido, la cantidad de EGR y demás se convierten en valores adecuados para la combustión de carga estratificada.

45 Cuando se realiza la combustión de carga estratificada, el combustible inyectado desde la válvula de inyección de combustible 40 se introduce en el rebaje 12a (ver figura 1) provisto la parte superior del pistón 12 y que se acumula alrededor de la bujía 41 por el movimiento del pistón 12. En consecuencia, incluso si la relación aire-combustible media de la mezcla en la cámara de combustión 16 es mayor que aquella en el modo de combustión de carga homogénea, la relación aire-combustible de la mezcla alrededor de la bujía 41 se convierte en un valor adecuado para el encendido. Como resultado, la mezcla se enciende bien. Para hacer que la relación aire-combustible media de toda la mezcla aire-combustible sea mayor que en la combustión de carga homogénea, el ángulo de la mariposa se hace relativamente grande, aumentando el aire de admisión. En consecuencia, en el modo de combustión de carga estratificada, la pérdida por bombeo del motor 11 se reduce.

55 Para el motor 11, se ejecutan a través de la ECU 92 varios controles, tales como el control de la cantidad de inyección de combustible, el control del momento de encendido, el control del ángulo de la mariposa y el control de la EGR. En el control de la cantidad de inyección de combustible en el modo de combustión de carga homogénea, por ejemplo, la presión de admisión o un parámetro que represente la cantidad de aire de admisión, se utiliza como un valor que representa la carga del motor y la cantidad de inyección de combustible se controla de acuerdo con la presión de admisión.

60 Por el contrario, en el modo de combustión de carga estratificada, el ángulo de la mariposa cuando la cantidad de

depresión del pedal de aceleración 25 tiene un determinado valor, es mayor que en el modo de combustión de carga homogénea, y la presión de admisión es más alta que aquella en el modo de combustión de carga homogénea. En consecuencia, en el modo de combustión de carga estratificada, incluso si el control de la cantidad de inyección de combustible se ejecuta en base a la presión de admisión, la cantidad de inyección de combustible no es adecuada para la carga del motor. A este respecto, la cantidad de depresión del pedal de aceleración 25 se utiliza como un valor que representa la carga del motor en el modo de combustión de carga estratificada, y la cantidad de inyección de combustible se controla de acuerdo con esa cantidad de depresión de aceleración.

Puesto que el parámetro utilizado como un valor que representa la carga del motor se conmuta de acuerdo con el modo de combustión del motor tal como se describe anteriormente, el control de la cantidad de inyección de combustible de acuerdo con la carga del motor se realiza adecuadamente. Sin embargo, si el parámetro utilizado como un valor que representa la carga del motor difiere de acuerdo con el modo de combustión del motor, los controles que se ejecutan de acuerdo con la carga del motor en el modo de combustión de carga homogénea y en el modo de combustión de carga estratificada, se vuelven independientes. Esto dificulta hacer coincidir las características del par motor entre los modos de combustión.

De acuerdo con la presente realización, la presión de admisión cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea con la cantidad de la depresión de aceleración en el modo de combustión de carga estratificada, se calcula como una presión de admisión virtual, lo cual se utiliza como un valor que representa la carga del motor al ejecutar varios controles de acuerdo con la carga del motor. Mientras la presión de admisión se utiliza como un valor que representa la carga del motor tanto en la combustión de carga estratificada como la combustión de carga homogénea, el control que se lleva a cabo de acuerdo con la carga del motor en la combustión de carga homogénea está asociado con uno en la combustión de carga estratificada. Esto simplifica hacer coincidir las características del par motor entre los modos de combustión.

Haciendo referencia a la figura 3, se proporcionará ahora una descripción de los procedimientos de calcular varios valores de control que se utilizan en el control del motor 11. La figura 3 muestra una rutina de cálculo de valores de control para calcular varios valores de control del motor 11. La rutina de cálculo de valores de control se realiza en una interrupción que sucede en unos intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, 8 ms) mediante la ECU 92.

En el proceso de la etapa S101, la ECU 92 adquiere una cantidad de depresión de aceleración ACCP en base a la señal de detección del sensor de posición de aceleración 26 y calcula un ángulo objetivo de la mariposa TAt en un modo de combustión de carga homogénea haciendo referencia a un mapa bien conocido en base a la cantidad de depresión de aceleración ACCP. Posteriormente, en el proceso de la etapa S102, la ECU 92 determina si la combustión de carga estratificada está actualmente en progreso o no. Cuando se determina que la combustión de carga estratificada no está en progreso en el presente, es decir, que la combustión de carga homogénea se está ejecutando, el flujo sigue a la etapa S104.

En el modo de combustión de carga homogénea, la ECU 92 controla el motor de la mariposa 24 de tal manera que el ángulo real de la mariposa TAR, el cual se adquiere en base a la señal de detección del sensor de posición de la mariposa 44, se acerca al ángulo objetivo de la mariposa TAt previamente obtenido. En dicho modo de combustión de carga homogénea, la ECU 92 calcula una presión de admisión prevista PMFWD en el proceso de la etapa S104. La presión de admisión prevista PMFWD es el valor que prevé la presión de admisión cuando la válvula de admisión 19 está cerrada y es un parámetro que representa la cantidad de aire de admisión.

Cuando la presión de admisión se utiliza en el control de la cantidad de inyección de combustible y el control del momento de encendido como un valor que representa la carga del motor, es preferible utilizar la presión de admisión alrededor del momento en el cual la cantidad de aire de admisión en el motor 11 se establece o el momento de cierre de la válvula de admisión 19. En este caso, la presión de admisión alrededor del momento de cierre de la válvula de admisión 19 se mide realmente y el accionamiento de la válvula de inyección de combustible 40 y el encendedor 41a se controla en base a la cantidad de inyección de combustible y el momento de encendido que se calculan a partir del valor medido. Sin embargo, antes del momento en el que la válvula de inyección de combustible 40 y el encendedor 41a se controlan basados en esos valores de control, ya ha pasado el momento óptimo para ejecutar el control.

En consecuencia, en el proceso de la etapa S104, la presión de admisión prevista PMFWD en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 se calcula antes de cerrar la válvula de admisión 19, y los valores de control para los varios controles anteriormente mencionados están calculados mediante la utilización de la presión de admisión prevista PMFWD como un valor que representa la carga del motor. En el proceso de la etapa S104, la presión de admisión prevista PMFWD se calcula en base a la presión real de admisión PMr, el ángulo real de la mariposa TAR, la velocidad del motor NE y demás. La presión real de admisión PMr se obtiene en base a la señal de detección del sensor de vacío 36, y la velocidad del motor NE se obtiene en base a la señal de detección del sensor de posición

de cigüeñal 14c.

5 Cuando se determina en el proceso de la etapa S102 que la combustión de carga estratificada está actualmente en
 10 vías de ejecución, el flujo procede a la etapa S103. En el proceso de la etapa S103, la ECU 92 calcula una presión
 de admisión virtual PMv. La presión de admisión virtual PMv es un valor equivalente a la presión de admisión
 prevista PMFWD en el momento de ejecutar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de
 aceleración ACCP en el modo de combustión de carga estratificada, y es un valor virtual que se calcula en base al
 ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea. En el proceso de la etapa S103,
 el ángulo real de la mariposa en el momento de ejecutar la combustión de carga homogénea con la presente
 cantidad de depresión de aceleración ACCP (modo de combustión de carga estratificada), se calcula como un
 ángulo virtual de la mariposa TAv en base al ángulo objetivo de la mariposa TAt en la combustión de carga
 homogénea. Además, la presión de admisión virtual PMv se calcula en base al ángulo virtual de la mariposa TAv,
 etc.

15 Después de que el proceso de, o bien la etapa S103 o bien la etapa S104, se ejecute para calcular la presión de
 admisión virtual PMv o la presión de admisión prevista PMFWD de la manera descrita anteriormente, el flujo procede
 posteriormente a la siguiente etapa S105. En el proceso de la etapa S105, la ECU 92 utiliza la presión de admisión
 virtual PMv o la presión de admisión prevista PMFWD como la presión de admisión PM y calcula la cantidad básica
 20 de inyección de combustible Qbse a partir de la siguiente ecuación (1). Esto es, la cantidad básica de inyección de
 combustible Qbse se calcula mediante la multiplicación de la presión de admisión PM por el rendimiento volumétrico
 η_v calculada haciendo referencia a un mapa en base a la presión de admisión PM y la velocidad del motor NE, un
 coeficiente corrector de la temperatura del aire de admisión Ktha y una constante K.

$$Q_{bse} = PM \times \eta_v \times K_{tha} \times K \quad (1)$$

25 El coeficiente corrector de la temperatura del aire de admisión Ktha es un coeficiente corrector para compensar por
 un cambio en el rendimiento volumétrico que es provocado por un cambio en la temperatura del aire de
 admisión THA. La ECU 92 adquiere la temperatura del aire de admisión THA en base a la señal de detección a partir
 del sensor de temperatura del aire 37 y calcula el coeficiente corrector de la temperatura del aire de admisión Ktha
 30 en base a la temperatura del aire de admisión THA, haciendo referencia al mapa de la figura 4. Puesto que la
 temperatura del aire de admisión THA aumenta, el coeficiente corrector de la temperatura del aire de admisión Ktha
 se hace más pequeño y se acerca a 1,0. En consecuencia, cuanto más baja se haga la temperatura del aire de
 admisión THA, mayor se hace la cantidad básica de inyección de combustible Qbse después de la corrección.

35 De (a) a (e) en la figura 7 muestran cómo el ángulo objetivo de la mariposa TAt, el ángulo real de la mariposa TAr, la
 presión de admisión prevista PMFWD y la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de
 combustión de carga homogénea cambian y cómo el ángulo virtual de la mariposa TAv, la presión de admisión
 virtual PMv y la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga estratificada
 cambian, respecto a un cambio en una cantidad predeterminada de depresión de aceleración ACCP.

40 El gráfico (a) de la figura 7 muestra un ejemplo de un cambio en la cantidad de depresión de aceleración ACCP.
 Cuando la cantidad de depresión de aceleración ACCP cambia como se muestra en el gráfico (a), el ángulo objetivo
 de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea tal como se indica por las líneas con dos rayas
 encadenadas en los gráficos (b) y (d). Con respecto a dicho cambio en el ángulo objetivo de la mariposa TAt, el
 45 ángulo real de la mariposa TAr cambia con un retraso predeterminado en la respuesta como se indica por la línea
 continua delgada en el gráfico (b) en el modo de combustión de carga homogénea. Dicho retraso en la respuesta se
 proporciona para evitar el denominado sobreimpulso o un cambio excesivo en el ángulo real de la mariposa TAr
 respecto a un cambio en el ángulo objetivo de la mariposa TAt. Respecto a la transición del ángulo real de la
 mariposa TAr, la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea cambia con
 un retraso predeterminado en la respuesta tal como se indica con la línea continua gruesa en el gráfico (b). Además,
 50 respecto a la transición de la presión de admisión prevista PMFWD, cambia la cantidad básica de inyección de
 combustible Qbse en el modo de combustión de carga homogénea, tal como se muestra en el gráfico (c).

55 Respecto al ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea mostrado en el
 gráfico (d), el ángulo virtual de la mariposa TAv cambia con un retraso predeterminado en la respuesta tal como se
 indica por la línea continua delgada en el gráfico (d) en el modo de combustión de carga estratificada. La tendencia
 transitiva del ángulo virtual de la mariposa TAv en el modo de combustión de carga estratificada se hace igual que la
 tendencia transitiva del ángulo real de la mariposa TAr en el modo de combustión de carga homogénea tal como se
 muestra en el gráfico (b). Esto es, la ECU 92 calcula el ángulo virtual de la mariposa TAv en base al ángulo objetivo
 60 de la mariposa TAt para así cambiar el ángulo virtual de la mariposa TAv de la manera mencionada anteriormente.

Respecto a la transición del ángulo virtual de la mariposa TAv, la presión de admisión virtual PMv en el modo de

combustión de carga estratificada, cambia con un retraso predeterminado en la respuesta tal como se indica por la línea continua en el gráfico (d). La tendencia transitiva de la presión de admisión virtual PMv en el modo de combustión de carga estratificada se hace igual a la tendencia transitiva de la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea tal como se muestra en el gráfico (b). Esto es, la ECU 92 calcula la presión de admisión virtual PMv en base al ángulo virtual de la mariposa TAv, etc. para así cambiar la presión de admisión virtual PMv de la manera mencionada anteriormente.

Además, respecto a la transición de la presión de admisión virtual PMv, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse cambia en el modo de combustión de carga estratificada tal como se muestra en el gráfico (e). La tendencia transitiva de la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga homogénea se hace igual que la tendencia transitiva de la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga homogénea mostrado en el gráfico (c) debido a las tendencias transitivas de la presión de admisión virtual PMv y la presión de admisión prevista PMFWD se hacen iguales.

Se proporcionará de nuevo la descripción de la rutina de cálculo de valores de control de la figura 3. Después de que la cantidad básica de inyección de combustible Qbse se calcule en el proceso de la etapa S105, la ECU 92 ejecuta entonces el proceso de la etapa S106. En el proceso de la etapa S106, la ECU 92 calcula los valores de control para varios controles de funcionamiento del motor 11, tales como el control del momento de encendido, el control del ángulo de la mariposa y el control de la EGR, en base a la presión de admisión prevista PMFWD o la cantidad básica de inyección de combustible Qbse. Puesto que el motor 11 está controlado en base a esos varios valores de control, el motor 11 está controlado de acuerdo con la carga del motor.

Específicamente, en el modo de combustión de carga homogénea, la ECU 92 calcula el momento objetivo de encendido, la cantidad objetivo de EGR, y similares en el modo de combustión de carga homogénea al hacer referencia a un mapa en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la velocidad del motor NE. En el modo de combustión de carga estratificada, la ECU 92 calcula el momento objetivo de encendido, la cantidad objetivo EGR, el ángulo objetivo de la mariposa, y similares en el modo de combustión de carga estratificada al hacer referencia a un mapa en base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse y la velocidad del motor NE.

Puesto que se calculan el momento objetivo de encendido, la cantidad objetivo EGR y el ángulo objetivo de la mariposa, la ECU 92 controla el encendedor 41a en una rutina separada de manera que el momento de encendido se convierte en el momento objetivo de encendido y controla la válvula EGR 43 y el motor de la mariposa 24 para provocar que la cantidad real EGR y el ángulo real de la mariposa TAr se acerquen a la cantidad objetivo EGR y el ángulo objetivo de la mariposa.

La cantidad básica de inyección de combustible Qbse se calcula utilizando el mismo parámetro o presión de admisión (presión de admisión virtual PMv o presión de admisión prevista PMFWD) en cualquiera del modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea. En consecuencia, varios controles, tales como el control de la cantidad de inyección de combustible, el control del momento de encendido, y el control EGR, los cuales están controlados de acuerdo con la carga del motor utilizando la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga estratificada, están asociados a varios controles, tales como el control de la cantidad de inyección de combustible, el control del momento de encendido, y el control EGR, los cuales están controlados de acuerdo con la carga del motor utilizando la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea. Esto tiene como resultado que haga coincidir fácilmente las características de par motor entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada.

En el proceso de la etapa S107, la ECU 92 calcula un coeficiente corrector de modo Kmode. El coeficiente corrector de modo Kmode es un coeficiente corrector para compensar por una diferencia en la cantidad solicitada de inyección de combustible que se origina a partir de una diferencia en el rendimiento de la combustión entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada. La ECU 92 calcula el coeficiente corrector de modo Kmode de acuerdo con el modo de combustión actual. El coeficiente corrector de modo Kmode se establece en 1,0 en el modo de combustión de carga homogénea, donde el rendimiento de la combustión se hace más bajo que aquel en la combustión de carga estratificada. El rendimiento de la combustión se hace más bajo en el modo de combustión de carga homogénea que en el modo de combustión de carga estratificada porque las pérdidas por bombeo o las pérdidas por refrigeración son mayores en la combustión de carga homogénea que en la combustión de carga estratificada.

En el modo de combustión de carga estratificada, donde el rendimiento de la combustión se hace mayor, la ECU 92 calcula el coeficiente corrector final de modo Kmode al multiplicar, por ejemplo, el coeficiente corrector básico de modo Kmode de 0,8 por un coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2. Las pérdidas por bombeo del motor 11 cambian de acuerdo a la presión atmosférica PA y mientras la presión atmosférica PA cae, la diferencia de pérdidas por bombeo entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada se hace más

pequeña. De este modo, la ECU 92 calcula el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2 haciendo referencia al mapa de la figura 5 en base a la presión atmosférica PA. La presión atmosférica PA se adquiere en base a la señal de detección del sensor de vacío 36 cuando el motor 11 está activado. Cuanto más baja se haga la presión atmosférica PA, mayor se hace el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2, y cuanto mayor se hace la presión atmosférica PA, más cercano a 1,0 se hace el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2. Puesto que el coeficiente corrector básico de modo Kmode de 0,8 se multiplica por el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2, el coeficiente corrector final de modo Kmode se establece en un valor grande, por ejemplo, 0,85, cuando la presión atmosférica PA es baja.

Cuando se calcula el coeficiente corrector de modo Kmode en la etapa S107 de la manera descrita anteriormente, la ECU 92 calcula una cantidad final de inyección de combustible Qfin al multiplicar la cantidad básica de inyección de combustible Qbse por un coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante Kthw y el coeficiente corrector de modo Kmode y entonces finaliza temporalmente esta rutina de cálculo de valores de control. Entonces, la ECU 92 controla el funcionamiento de la válvula de inyección de combustible 40 en una rutina separada para inyectar el combustible cuya cantidad corresponde a la cantidad final de inyección de combustible Qfin, dentro de la cámara de combustión 16. El coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante Kthw es un coeficiente corrector para compensar por un cambio en el rendimiento de la combustión, tal como unas pérdidas por fricción originadas a partir de un cambio en la temperatura del refrigerante THW. La ECU 92 adquiere la temperatura del refrigerante THW en base a la señal de detección a partir del sensor de la temperatura del refrigerante 11b y calcula el coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante Kthw haciendo referencia al mapa de la figura 6 en base a la temperatura del refrigerante THW. Puesto que la temperatura del refrigerante THW se hace más alta, el coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante Kthw se hace más pequeño y se acerca a 1,0. En consecuencia, puesto que la temperatura del refrigerante THW se hace más pequeña, la cantidad final de inyección de combustible Qfin aumenta adicionalmente.

Puesto que la cantidad básica de inyección de combustible Qbse está corregida por el coeficiente corrector de modo Kmode de la manera descrita anteriormente, la cantidad final de inyección de combustible Qfin se ajusta de acuerdo con una diferencia en el rendimiento de la combustión para cada modo de combustión. En el modo de combustión de carga estratificada donde el rendimiento de la combustión es alto, la cantidad final de inyección de combustible Qfin disminuye más que en el modo de combustión de carga homogénea. Puesto que el control de la inyección de combustible se ejecuta en base a la cantidad final de inyección de combustible Qfin que se calcula considerando la diferencia en el rendimiento de la combustión para cada modo, la precisión del control del par motor en base al control de la inyección de combustible se mejora cuando cualquier modo de combustible se lleva a cabo.

Además, las pérdidas por bombeo del motor 11 difieren entre la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea, y la diferencia de pérdidas por bombeo entre los modos de combustión varía de acuerdo con la presión atmosférica PA. Sin embargo, debido a que el coeficiente corrector de modo Kmode que se utiliza al calcular la cantidad final de inyección de combustible Qfin se corrige por el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2, se evita la reducción en la precisión del control del par motor provocada por un cambio en la diferencia en las pérdidas por bombeo de acuerdo a la presión atmosférica PA.

El proceso de la etapa S104 en la rutina de cálculo de valores de control se describirá ahora con detalle haciendo referencia a las figuras 8 y 9. Las figuras 8 y 9 son diagramas de flujo que ilustran una rutina de cálculo de la presión de admisión prevista del cálculo de la presión de admisión prevista PMFWD en la combustión de carga homogénea. Esta rutina de cálculo de la presión de admisión prevista ilustra los detalles del proceso de la etapa S104 de la figura 3.

Tal como se muestra en la figura 8, la ECU 92 calcula el ángulo real de la mariposa TAr en base a la señal de detección a partir del sensor de posición de la mariposa 44. Posteriormente, en el proceso de la etapa S202, la ECU 92 acciona el motor de la mariposa 24 para controlar el grado de abertura de la válvula de mariposa 23 en base al ángulo real de la mariposa TAr y el ángulo objetivo de la mariposa TAt en la combustión de carga homogénea.

En el momento de accionar el motor de la mariposa 24, la ECU 92 calcula un valor de compensación TAh para compensar el control del motor de la mariposa 24 en base a la siguiente ecuación (2).

$$TAh = TAr + Kd \times (dTAr/dt) \quad (2)$$

En la ecuación (2), la dTAr/dt es un valor obtenido al derivar el ángulo real de la mariposa TAr en función del tiempo t. El valor de compensación TAh que se calcula en base a la ecuación (2) está más próximo al ángulo objetivo de la mariposa TAt que al ángulo real de la mariposa TAr mientras que el ángulo objetivo de la mariposa TAt está cambiando.

La ECU 92 calcula una diferencia e2 entre el ángulo objetivo de la mariposa TAt y el valor de compensación TAH mediante la siguiente ecuación (3). La ECU 92 controla el accionamiento del motor de la mariposa 24 de manera que la diferencia e2 se acerca a cero, es decir, el valor de compensación TAH se acerca al ángulo objetivo de la mariposa TAt.

$$TAt - Tah = e2 \quad (3)$$

La figura 10 muestra cómo el valor de compensación TAH y el ángulo real de la mariposa TAr cambian cuando el ángulo objetivo de la mariposa TAt cambia con el paso del tiempo.

Cuando el ángulo objetivo de la mariposa TAt cambia como se indica por la línea con dos rayas encadenadas en la figura 10, el valor de compensación TAH cambia de acuerdo con la proximidad del ángulo objetivo de la mariposa TAt tal como se indica por la línea continua delgada. Al controlar el motor de la mariposa 24 de tal manera que la diferencia e2 entre el valor de compensación TAH y el ángulo objetivo de la mariposa TAt se acerca a cero, el ángulo real de la mariposa TAr cambia con un retraso predeterminado en la respuesta tal como se indica por la línea continua gruesa respecto a un cambio en el ángulo objetivo de la mariposa TAt. El proporcionar al ángulo real de la mariposa TAr con dicho retraso en la respuesta, es para evitar el sobreimpulso del ángulo real de la mariposa TAr.

Después de que se ejecute el control del ángulo de la mariposa de la manera descrita anteriormente, el flujo procede a la etapa S203. El proceso que sigue a la etapa S203 prevé incluso la presión de admisión en el momento de cerrar la válvula de admisión 19 en base al ángulo real de la mariposa TAr y la presión real de admisión PMr, la velocidad del motor NE y demás en el momento presente, y calcula la presión de admisión prevista como la presión de admisión prevista PMFWD. El proceso de las etapas S203 a S206 es para calcular una presión básica de admisión PMTABse que se utiliza en el cálculo de la presión de admisión prevista PMFWD. La presión básica de admisión PMTABse se calcula considerando la distribución de la válvula de la válvula de admisión 19 que se varía por el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 en base al ángulo real de la mariposa TAr, etc.

La distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se ajusta al utilizar el ángulo objetivo de avance θ calcularse a partir del mapa de la figura 11. En el modo de combustión de carga homogénea, el ángulo objetivo de avance θ se adquiere en base al ángulo real de la mariposa TAr y la velocidad del motor NE. La ECU 92 controla la OCV 27a para accionar el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 de tal manera que el ángulo actual de avance de la válvula de admisión 19 a ser adquirido en base a la señal de detección a partir del sensor de posición de leva 21b, se acerca al ángulo objetivo de avance θ calculado a partir del mapa. La distribución de válvula ajustada de esta forma afecta también a la cantidad de aire de admisión.

En la etapa S203, la ECU 92 calcula el ángulo objetivo de avance θ haciendo referencia al mapa de la figura 11 en base al ángulo real de la mariposa TAr y la velocidad del motor NE. En el proceso de la etapa S204, la ECU 92 calcula una presión normal de admisión PM1 cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se establece en el ángulo más avanzado con los actuales ángulo real de la mariposa TAr y la velocidad del motor NE, a partir del mapa para el ángulo más avanzado mostrado en la figura 12 en base a esos ángulos de la mariposa TAr y velocidad del motor NE. En el proceso de la etapa S205, la ECU 92 calcula una presión normal de admisión PM2 cuando el distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se establece en el ángulo más retrasado con los actuales ángulo real de la mariposa TAr y la velocidad del motor NE, a partir del mapa para el ángulo más retrasado mostrado en la figura 13 en base a esos ángulo de la mariposa TAr y velocidad del motor NE. Los dos mapas se establecen de antemano mediante experimentos o similares bajo la presión atmosférica estándar.

Posteriormente, en el proceso de la etapa S206, la ECU 92 calcula la presión básica de admisión PMTABse correspondiente al ángulo objetivo de avance θ en base a la siguiente ecuación (4).

$$PMTAbse = (PM1 - PM2) \times \theta / 60 + PM2 \quad (4)$$

En la ecuación (4), el 60 representa el ángulo más avanzado de la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 y se determina por el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27. Al calcular la presión básica de admisión PMTABse en base a la ecuación (4), se calcula la presión básica de admisión PMTABse con precisión correspondiente al ángulo objetivo de avance θ . Después de que la presión básica de admisión PMTABse se calcula, el flujo sigue a la etapa S207. El proceso de la etapa S207 es para corregir la presión básica de admisión PMTABse y calcular una presión de admisión después de corrección PMTA.

En el proceso de la etapa S207, la ECU 92 calcula un coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa1 haciendo referencia al mapa de la figura 16 en base a la presión atmosférica PA, y calcula la presión de admisión después de corrección PMTA al multiplicar la presión básica de admisión PMTABse por el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa1. Cuanto más alta se hace la presión atmosférica PA, mayor y más cerca del 1.0 se hace el

coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa1. En consecuencia, cuanto más alta se hace la presión atmosférica, mayor se hace la presión de admisión después de corrección PMTA. Después del cálculo de la presión de admisión después de corrección PMTA, el flujo procede a la etapa S208.

5 El proceso de la etapa S208 está asociado con los procesos de las etapas S209 y S210. Esto es, en el proceso de la etapa S209, se calcula un valor de cambio gradual PMSM al someter a la presión de admisión después de corrección PMTA a un proceso de cambio gradual, y en el proceso de la etapa S210, el valor de cambio gradual PMSM se almacena como un valor almacenado de la presión de admisión PMSM1. En el proceso de la etapa S208, la ECU 92 establece el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 almacenado en el proceso
10 previo de la etapa S210 como un valor previo de cambio gradual PMSMi-1.

La razón para almacenar temporalmente el valor de cambio gradual PMSM calculado en el proceso de cambio gradual de la etapa S209 como el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 en la etapa S210, es que otro proceso se ejecuta utilizando el valor de cambio gradual PMSM en el proceso de la etapa S213 de la figura
15 9, que se va a describir más adelante y el valor de cambio gradual PMSM se cambia por dicho proceso. Incluso en este caso, el proceso de cambio gradual de la etapa S209 puede realizarse adecuadamente al establecer el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 al valor previo de cambio gradual PMSMi-1 en el proceso de la etapa S208.

20 Después de realizar el proceso de la etapa S208, la ECU 92 calcula un valor actual de cambio gradual PMSMi en base a la siguiente ecuación (5) en el proceso de la etapa S209. Específicamente, el valor previo de cambio gradual PMSMi-1 se resta de la presión de admisión después de corrección PMTA en el modo normal, la división por un valor predeterminado n se realiza entonces y el resultado de la división se suma al valor previo de cambio gradual PMSMi-1 para calcular el valor actual de cambio gradual PMSMi.

25
$$PMSMi = PMSMi - 1 + (PMTA - PMSMi-1) / n \quad (5)$$

La figura 14 muestra la tendencia transitoria del valor de cambio gradual PMSM respecto a un cambio en la presión de admisión después de corrección PMTA. En el diagrama, la transición de la presión de admisión después de corrección PMTA se indica por la línea discontinua y la transición del valor de cambio gradual PMSM por la línea
30 continua gruesa. La línea con dos rayas encadenadas muestra cómo la presión real de admisión PMr cambia mientras la presión de admisión después de corrección PMTA que se calcula a partir de un mapa o similar cambia como se indica por la línea discontinua.

35 Como resulta evidente a partir del diagrama, cuando la presión de admisión después de corrección PMTA cambia tal como se indica por la línea discontinua de acuerdo con un cambio en, por ejemplo, la cantidad de depresión de aceleración ACCP, el valor de cambio gradual PMSM cambia suavemente tal como se indica por la línea continua gruesa respecto a un cambio en la presión de admisión después de corrección PMTA. Cómo de suave cambia el valor de cambio gradual PMSMi respecto a la presión de admisión después de corrección PMTA, se determina por el
40 valor predeterminado n en la ecuación (5). El valor predeterminado n, se calcula en base a la presión de admisión después de corrección PMTA y la velocidad del motor NE haciendo referencia a un mapa no ilustrado que se preestablece mediante experimentos o similar.

45 Cuando el valor de cambio gradual PMSM se calcula en el proceso de la etapa S209 y el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 se almacena en el proceso de la etapa S210, el flujo procede a la etapa S211 de la figura 9. Los procesos de las etapas S211 a S213 son para prever y calcular el valor de cambio gradual PMSM en el momento de cerrar la válvula de admisión 19 en el presente.

50 En el proceso de la etapa S211, la ECU 92 calcula el número de veces $T/\Delta t$, que el proceso de cambio gradual en la etapa S209 se realiza (el número de procesos de cambio gradual) desde el momento actual hasta que se cierra la válvula de admisión 19. Esto es, el número de procesos de cambio gradual $T/\Delta t$ se calcula al adquirir un tiempo T desde el tiempo actual al momento en el cual se cierra la válvula de admisión 19 y dividir el tiempo T por un periodo de realización Δt (8 ms en esta realización) de la rutina de cálculo de valores de control.

55 A continuación, en el proceso de la etapa S212, la ECU 92 establece el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 actualmente almacenado o el valor de cambio gradual PMSM último como el valor previo de cambio gradual PMSMi-1. Además, en el proceso de la etapa S213, la ECU 92 realice el proceso de cambio gradual de acuerdo con la ecuación (5) por el número de procesos de cambio gradual $T/\Delta t$ para calcular el valor actual de cambio gradual PMSMi después de ejecutar el proceso de cambio gradual $T/\Delta t$ veces o el valor actual de cambio
60 gradual PMSMi cuando se cierra la válvula de admisión 19. Después la ECU 92 almacena el valor actual de cambio gradual PMSMi como un segundo valor almacenado de la presión de admisión PMSM2 en el proceso de la etapa S214.

Dando por sentado que el proceso de la etapa S209 (figura 8) se ha realizado en el momento indicado por una línea de una raya encadenada L1 en la figura 14, el valor actual de cambio gradual PMSMi que se va a calcular en ese proceso se almacena como el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1. Cuando el proceso de la etapa S213 se ejecuta a continuación, el valor actual de cambio gradual PMSMi en el momento del cierre de la válvula de admisión 19 indicado por una línea de dos rayas encadenadas L2, se calcula y el valor actual de cambio gradual PMSMi se almacena como el segundo valor almacenado de la presión de admisión PMSM2 en el momento aproximadamente indicado por la línea de una raya encadenada L1.

Después de que el primer y el segundo valores almacenados de la presión de admisión PMSM1 y PMSM2 se almacenan, la presión de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 puede ser prevista y calculada al utilizar una diferencia $\Delta P1$ ($PMSM2 - PMSM1$) entre los valores almacenados PMSM1 y PMSM2. Esto es, la presión de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 se adquiere al añadir la diferencia $\Delta P1$ entre el primer y segundo valores almacenados de la presión de admisión PMSM1 y PMSM2 a la presión real de admisión PMr que se detecta por el sensor de vacío 36 en el momento actual (línea de una raya encadenada L1).

Puesto que la salida del sensor de vacío 36 se ve afectada por la pulsación del aire que fluye en el paso de admisión 32, la salida del sensor de vacío 36 se somete normalmente a un proceso de filtrado por un filtro CR o similar a fin de cancelar la influencia. En consecuencia, la presión real de admisión PMr realmente se desvía del valor adecuado por la constante de tiempo del filtro CR o similar en el proceso de filtrado y en consecuencia la presión prevista de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 se hace imprecisa.

El proceso que sigue la etapa S215 incluida en la rutina de cálculo de la presión de admisión prevista es filtrar el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 considerando a la desviación de la presión real de admisión PMr y prevé con precisión la presión de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 al utilizar la salida del filtro PMSM1Si.

En el proceso de la etapa S215, la ECU 92 realiza un proceso de filtrado sobre el primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 en base a la siguiente ecuación (6). En la ecuación (6), PMSM1Si es la salida del filtro del primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 y un valor predeterminado m se establece de dicha manera que la constante de tiempo del proceso de filtrado se hace igual a la constante de tiempo del filtro CR del proceso de filtrado.

$$PMSM1Si = PMSM1Si - 1 + (PMSM1 - PMSM1Si - 1) / m \quad (6)$$

La salida del filtro PMSM1Si obtenida en base a la ecuación (6) cambia tal como indica la línea continua delgada de la figura 14 cuando el valor de cambio gradual PMSM (primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1) cambia como se indica por la línea continua gruesa de la figura 14.

Posteriormente, en el proceso de la etapa S216, la ECU 92 resta la salida del filtro PMSM1Si del segundo valor almacenado de la presión de admisión PMSM2 para calcular una diferencia $\Delta P2$ entre ellos. Además, la ECU 92 calcula la diferencia $\Delta P2$ sumada a la presión real de admisión PMr como la presión prevista de admisión PMFWD o la presión de admisión en el momento de cierre de la válvula 19 en el proceso de la etapa S217, a continuación finaliza la rutina de cálculo de la presión prevista de admisión y vuelve a la rutina de cálculo de valores de control (figura 3).

En consecuencia, cuando el proceso de almacenamiento del primer y segundo valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 y PMSM2 se ejecuta en el momento indicado por la línea de una raya encadenada L1 de la figura 14, la salida del filtro PMSM1Si del primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 en ese momento se utiliza en el cálculo de la presión prevista de admisión PMFWD. Esto es, la presión prevista de admisión PMFWD se calcula al sumar la diferencia $\Delta P2$ entre el segundo valor almacenado de la presión de admisión PMSM2 y la salida del filtro PMSM1Si en el momento indicado por la línea de una raya encadenada L1, a la presión real de admisión PMr.

Puesto que la diferencia $\Delta P2$ se calcula utilizando la salida del filtro PMSM1Si en lugar del primer valor almacenado de la presión de admisión PMSM1 y la presión prevista de admisión PMFWD se adquiere a partir de la diferencia $\Delta P2$, etc., la presión prevista de admisión PMFWD puede calcularse como la presión precisa de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 incluso si una desviación de acuerdo con la constante de tiempo del filtro CR tiene lugar en la presión real de admisión PMr.

A continuación, el proceso de la etapa S103 en la rutina de cálculo de valores de control se describirá específicamente haciendo referencia a la figura 15. La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo de presión de admisión virtual para calcular la presión de admisión virtual PMv que se utiliza como un valor

que representa la carga del motor en el modo de combustión de carga estratificada. Esta rutina de cálculo de presión de admisión virtual ilustra los detalles del proceso de la etapa S103 de la figura 3.

5 En el proceso de la etapa S301, la ECU 92 calcula, como el ángulo virtual de la mariposa TAv, el ángulo de la mariposa en el momento de ejecutar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga estratificada. Esto es, como se muestra en la figura 10, debido a la transición del ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea respecto a un cambio en la cantidad de depresión de aceleración ACCP aproximadamente igual a la transición del valor de compensación TAh, primero se supone que TAh = TAt. Bajo esta suposición, el ángulo real de la mariposa TAr se calcula a partir del ángulo objetivo de la mariposa TAt mediante procedimientos opuestos a los procedimientos de cálculo del valor de compensación TAh en base a la ecuación (2), y similar, y el ángulo real de la mariposa TAr se trata como el ángulo virtual de la mariposa TAv.

15 Si el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea cambia como se indica por la línea de dos rayas encadenadas en el gráfico (d) en la figura 7, el ángulo virtual de la mariposa TAv calculado de esta forma, cambia con un retraso predeterminado en la respuesta como se indica por la línea continua delgada respecto a ese cambio. La transición del ángulo virtual de la mariposa TAv corresponde a la transición del ángulo real de la mariposa TAr en el modo de combustión de carga homogénea que tiene un retraso en la respuesta como se indica por la línea continua delgada en el gráfico (b) en la figura 7 respecto al cambio en el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea.

20 Después de que el ángulo virtual de la mariposa TAv se calcule de la manera anterior, el flujo sigue a la etapa S302. Los procesos de las etapas S302 a S305 corresponden a los procesos de las etapas S203 a S206 en la rutina de cálculo de presión prevista de admisión y para calcular una presión básica de admisión PMbse que se utiliza en el cálculo de la presión de admisión virtual PMv. La presión básica de admisión PMbse se calcula considerando la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 que se cambia por el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 en base al ángulo virtual de la mariposa TAv, etc. Esto se hace por que cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se ajusta, el ajuste también afecta a la cantidad de aire de admisión del motor 11.

30 En la etapa S302, la ECU 92 establece el ángulo objetivo de avance θ_v , que se calcula haciendo referencia al mapa de la figura 11 en base al ángulo virtual de la mariposa TAv y la velocidad del motor NE, a un ángulo virtual de avance θ_v . El ángulo virtual de avance θ_v calculado utilizando el ángulo virtual de la mariposa TAv es un valor virtual correspondiente al ángulo objetivo de avance θ_v cuando se realiza la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en la combustión de carga estratificada.

35 En el proceso de la siguiente etapa S303, la ECU 92 calcula la presión normal de admisión PM1 cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se establece en el ángulo más avanzado con los actuales ángulo virtual de la mariposa TAv y la velocidad del motor NE, a partir del mapa para el ángulo más avanzado mostrado en la figura 12 en base a esos ángulo virtual de la mariposa TAv y velocidad del motor NE. En el proceso de la etapa S304, la ECU 92 calcula la presión normal de admisión PM2 cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 se establece en el ángulo más retrasado con los actuales ángulo virtual de la mariposa TAv y velocidad del motor NE, a partir del mapa para el ángulo más retrasado mostrado en la figura 13 en base a esos ángulo virtual de la mariposa TAv y velocidad del motor NE. Los mapas de las figuras 12 y 13 son los mismos que aquellos utilizados en las etapas S204 y S205 (figura 8) en la rutina de cálculo de la presión prevista de admisión.

45 Posteriormente, en el proceso de la etapa S305, la ECU 92 calcula la presión básica de admisión PMbse correspondiente al ángulo virtual de avance θ_v en base a la siguiente ecuación (7).

50
$$PMbse = (PM1 - PM2) \times \theta / 60 + PM2 \quad (7)$$

55 En la ecuación (7), el 60 representa el ángulo más avanzado de la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 como en la ecuación (6). Al calcular la presión básica de admisión PMbse en base a la ecuación (7), se calcula la presión básica de admisión PMbse precisa correspondiente al ángulo virtual de avance θ_v . Después de que la presión básica de admisión PMbse se calcule, el flujo sigue a la etapa S306. El proceso de la etapa S306 corresponde al proceso de la etapa S207 (figura 8) en la rutina de cálculo de la presión de admisión prevista y es para calcular una presión de admisión posterior a la corrección PMh al someter a la presión básica de admisión PMbse a la corrección de la presión atmosférica;

60 En el proceso de la etapa S306, la ECU 92 calcula la presión de admisión posterior a la corrección PMh al multiplicar la presión básica de admisión PMbse por el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa1. El coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa1 es el mismo que el utilizado en la etapa S207 (figura 8) en la rutina de

cálculo de la presión de admisión prevista y se calcula haciendo referencia al mapa de la figura 16 en base a la presión atmosférica PA. En consecuencia, cuanto más alta se haga la presión atmosférica PA, más grande se hace la presión de admisión posterior a la corrección PMh.

5 En el proceso de la siguiente etapa S307, la ECU 92 calcula la presión de admisión virtual PMv en base a la siguiente ecuación (8). Específicamente, la presión de admisión virtual PMv se calcula al dividir el resultado de restar la presión de admisión virtual PMv previa de la presión de admisión posterior a la corrección PMh por un valor predeterminado nsm y sumar el resultado de la división a la presión de admisión virtual PMv previa. Además, dicho cálculo se ejecuta repetidamente $T/\Delta t$ veces de manera que la presión de admisión virtual PMv a calcular se hace
10 corresponder a aquella en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 como en el caso de la presión de admisión prevista PMFWD.

$$PMv = PMv + (PMh - PMv) / nsm \quad (8)$$

15 Cuando el ángulo virtual de la mariposa TAv cambia tal como se indica por la línea continua delgada en el gráfico (d) de la figura 7, por ejemplo, la presión de admisión virtual PMv calculada de la manera descrita anteriormente cambia con un retraso en la respuesta predeterminado tal como se indica por la línea continua gruesa respecto a ese cambio. Este retraso en la respuesta está determinado por el valor predeterminado nsm en la ecuación (8). El valor predeterminado nsm se calcula haciendo referencia a un mapa en base a, por ejemplo, la presión de admisión
20 posterior a la corrección PMh y la velocidad del motor NE, en tal manera que en respuesta a una operación de depresión de aceleración predeterminada, la presión de admisión virtual PMv cambia asociada con la transición (retraso en la respuesta) de la presión de admisión prevista PMFWD respecto al ángulo real de la mariposa TAr en el modo de combustión de carga homogénea tal como se indica por la línea continua gruesa en el gráfico (b) de la figura 7. El mapa que se utiliza en el cálculo del mapa se preestablece mediante experimentos o similares.

25 En el motor 11, en el cual el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27 ajusta la distribución de válvula de las válvulas de admisión 19, la distribución de válvula cambia la presión de admisión. Sin embargo, el ángulo objetivo de avance θ en el momento de ejecutar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga estratificada se calcula como el ángulo virtual de avance θ_v y la presión básica de admisión PMbse que se utiliza al calcular la presión de admisión virtual PMv, se calcula considerando el ángulo virtual de avance θ_v . En consecuencia, incluso en el motor 11 en el cual se ajusta la
30 distribución de válvula de las válvulas de admisión 19, la presión de admisión virtual PMv puede calcularse con precisión tal como un valor correspondiente a la presión de admisión prevista PMFWD.

35 Cuando la presión de admisión virtual PMv se calcula de la manera anterior, la rutina de cálculo de presión de admisión virtual finaliza temporalmente para volver a la rutina de cálculo de valores de control (figura 3) y se ejecutan los procesos de las etapas S105 a S108. Tal como se menciona anteriormente, a través de los procesos de las etapas S105 a S108, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse se calcula utilizando el mismo parámetro o la presión de admisión (la presión de admisión prevista PMFWD o la presión de admisión virtual PMv)
40 en uno cualquiera del modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea. En base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse, varios valores de control, tales como el momento objetivo de encendido, la cantidad objetivo de EGR y la cantidad final de inyección de combustible Qfin, se calculan y el motor 11 se controla en base a estos valores de control.

45 La realización descrita con detalle tiene las siguientes ventajas.

En el modo de combustión de carga estratificada, el ángulo de la mariposa en el momento de ejecutar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en ese momento, se calcula como el ángulo virtual de la mariposa TAv y la presión de admisión en el momento de realizar la combustión de carga
50 estratificada con la cantidad de depresión de aceleración ACCP, se calcula como la presión de admisión virtual PMv en base al ángulo virtual de la mariposa TAv. En el modo de combustión de carga estratificada, se llevan a cabo varios controles de funcionamiento del motor 11 al utilizar la presión de admisión virtual PMv como un valor que representa la carga del motor.

55 Como resultado, en uno cualquiera del modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea, la presión de admisión o el parámetro común que representa la cantidad de aire de admisión en el motor, se utiliza como un valor que representa la carga del motor al realizar varios controles de funcionamiento del motor 11, tales como el control de la cantidad de inyección de combustible, el control del momento de encendido y el control de la EGR. En consecuencia, varios controles de funcionamiento del motor 11 de acuerdo con la carga del
60 motor en la combustión de carga homogénea están asociados con aquellos en la combustión de carga estratificada y hacer coincidir las características del par motor de salida entre aquellos modos de combustión resulta difícil.

En el modo de combustión de carga homogénea, un retraso en la respuesta tiene lugar en la transición del ángulo real de la mariposa TAr respecto a un cambio en una cantidad predeterminada de depresión de aceleración ACCP y un retraso en la respuesta tiene lugar también en la transición de la presión de admisión prevista PMFWD respecto a un cambio en el ángulo real de la mariposa TAr. En el modo de combustión de carga estratificada, a modo de contraste, tiene lugar un retraso en la respuesta de la transición del ángulo virtual de la mariposa TAv respecto a un cambio en la cantidad predeterminada de depresión de aceleración ACCP, asociada con el retraso en la respuesta del ángulo real de la mariposa TAr. Además, también tiene lugar un retraso en la respuesta de la transición de la presión de admisión virtual PMv respecto a un cambio en el ángulo virtual de la mariposa TAv asociado con el retraso en la respuesta de la presión de admisión prevista PMFWD. En consecuencia, el ángulo virtual de la mariposa TAv y la presión de admisión virtual PMv se calculan considerando los retrasos en las respuestas del ángulo real de la mariposa TAr y la presión de admisión prevista PMFWD, y se mejora la precisión de varios controles de funcionamiento del motor 11 basados en aquellos valores virtuales.

Un cambio en la cantidad final de inyección de combustible Qfin afecta a las características del par motor de salida incluyendo la característica de la respuesta en el periodo de transición del par motor del motor 11. La cantidad final de inyección de combustible Qfin también se calcula utilizando la presión de admisión como un valor que representa la carga del motor, independientemente del modo de combustión. En consecuencia, la característica del par motor de salida en el estado de transición del motor 11 no cambia entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada. Esto hace posible hacer coincidir las características del par motor de salida entre esos modos de combustión. Debido a que la cantidad final de inyección de combustible Qfin de acuerdo con la carga del motor se calcula en base a la presión de admisión independientemente del modo de combustión, se hace más simple el experimento para optimizar la cantidad final de inyección de combustible Qfin a calcular. Esto es, debido a que la cantidad final de inyección de combustible Qfin sólo tiene que optimizarse respecto a un parámetro o la presión de admisión, el experimento no necesita realizarse para cada parámetro como en el caso donde el parámetro utilizado como la carga del motor diferencia modo de combustión por modo de combustión y en consecuencia el experimento se hace más simple.

En el momento de calcular la cantidad final de inyección de combustible Qfin, se utiliza el coeficiente corrector de modo Kmode para compensar la diferencia en el rendimiento de combustión entre ambos modos de combustión. En consecuencia, en el momento de realizar el control en la cantidad de inyección de combustible en base a la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada, se puede mejorar la precisión del control del par motor en base al control de la cantidad de inyección de combustible.

Las pérdidas por bombeo del motor 11 se diferencian entre la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea y la diferencia en las pérdidas por bombeo entre esos modos de combustión cambia por la presión atmosférica. Sin embargo, en el momento de calcular la cantidad final de inyección de combustible Qfin, se utiliza el coeficiente corrector de modo Kmode que está determinado por el modo de combustión y se corrige por el coeficiente corrector de la presión atmosférica Kpa2 que cambia de acuerdo con la presión atmosférica PA. En consecuencia, incluso si la diferencia en las pérdidas por bombeo cambia de acuerdo con la presión atmosférica PA, el control del par motor siempre se realiza con precisión.

La presión de admisión del motor 11 también se cambia por la distribución de válvula de las válvulas de admisión 19. Sin embargo, en el modo de combustión de carga estratificada, el ángulo objetivo de avance θ_v de la distribución de válvula cuando la combustión de carga homogénea se ejecuta con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en ese momento, se calcula como el ángulo virtual de avance $\theta_{v\text{ave}}$ y la presión básica de admisión PMbse para calcular la presión de admisión virtual PMv, se adquiere considerando el ángulo virtual de avance θ_v . En consecuencia, incluso si el motor 11 en el cual la distribución de válvula de las válvulas de admisión 19 cambia, la presión de admisión virtual PMv puede calcularse con precisión en el modo de combustión de carga estratificada y varios controles de funcionamiento se llevan a cabo al utilizar la presión de admisión virtual PMv como un valor que representa la carga del motor.

(Segunda realización)

La segunda realización de la presente invención se describirá ahora haciendo referencia a las figuras 17 a 24. Esta realización tiene como objetivo evitar que aparezca un escalón en el par motor de acuerdo con una diferencia que se produce entre la presión de admisión virtual PMv y la presión de admisión prevista PMFWD en el momento de cambiar el modo de combustible debido a una variación en la producción, un cambio dependiente del tiempo o similar en la válvula de mariposa 23. La presente realización evita el escalón en el par motor al corregir los valores de control para el control del funcionamiento del motor 11, tales como la cantidad de la inyección del combustible, el momento del encendido y el ángulo de la mariposa, y se diferencia de la primera realización sólo en el control de la cantidad de inyección de combustible, el control del momento del encendido y el control del ángulo de la mariposa. En consecuencia, sólo las porciones de la realización que difieran de aquellas de la primera realización se

describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de la primera realización se omitirán.

5 En la descripción de esta realización, los procedimientos de conmutación del modo de combustión del motor 11 se describirán más específicamente que como se hizo para la primera realización. En el momento de cambiar el modo de combustión del motor 11, el control de la inyección de combustible, el control del momento del encendido, el control del ángulo de la mariposa, el control de la EGR y demás, se conmutan entre los controles para la combustión de carga estratificada y los controles para la combustión de carga homogénea. La conmutación del control de la inyección de combustible y el control del momento del encendido de acuerdo con el modo de combustión, se ejecuta en base a un modo de orden inyección / encendido FMODEI, y la conmutación del control del ángulo de la mariposa y el control de la EGR de acuerdo con el modo de combustible se ejecuta en base a en el modo de orden de válvula FMODEB. Por ejemplo, el modo de orden inyección / encendido FMODEI y el modo de orden de válvula FMODEB expresan la combustión de carga estratificada como "0" y expresan la combustión de carga homogénea como "1".

15 En consecuencia, cuando el modo de orden inyección / encendido FMODEI se convierte en 0, el control de inyección de combustible y el control del momento del encendido, cambian a aquellos para la combustión de carga estratificada, y cuando el mismo modo FMODEI se convierte en 1, el control de inyección de combustible y el control del momento del encendido cambian a aquellos para la combustión de carga homogénea. Cuando el modo de orden de válvula FMODEB se convierte en 0, el control del ángulo de la mariposa y el control de la EGR se cambian por aquellos para la combustión de carga estratificada, y cuando el mismo modo FMODEB se convierte en 1, el control del ángulo de la mariposa y el control de la EGR se cambian a aquellos para la combustión de carga homogénea.

25 En el momento que el modo de combustión del motor 11 se cambia entre la combustión de carga estratificada y la combustión de carga homogénea, la ECU 92 primero da la instrucción de conmutar el modo de orden de válvula FMODEB entre 0 y 1. Puesto que el modo de orden de válvula FMODEB se conmuta entre 0 y 1, la ECU 92 controla la válvula de mariposa 23 y la válvula EGR 43 a los grados de abertura que coinciden con el modo de combustión conmutado. Dicho control permite que el ángulo de la mariposa TA y la cantidad de EGR se conviertan en valores adecuados para el modo de combustión conmutado.

30 Después de que pase un periodo predeterminado desde la incidencia de la instrucción de conmutar el modo de orden de válvula FMODEB, la ECU 92 da la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI entre 0 y 1. Puesto que el modo de orden inyección / encendido FMODEI se conmuta entre 0 y 1, la ECU 92 controla la válvula de inyección de combustible 40 y el encendedor 41a de acuerdo con el modo de combustión conmutado. Dicho control permite que la cantidad de inyección de combustible, el momento de la inyección de combustible y el momento de encendido se conviertan en valores adecuados para el modo de combustión conmutado.

40 Tal como se menciona anteriormente, la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI se da después de que pase un predeterminado periodo desde la incidencia de la instrucción de conmutar el modo de orden de válvula FMODEB. En consecuencia, en el momento de cambiar el modo de combustión, el momento de instrucción de la conmutación desvía entre los modos FMODEB y FMODEI. La desviación en el momento de instrucción de la conmutación entre ambos modos FMODEB y FMODEI se proporciona porque un cambio en el estado de funcionamiento del motor 11 en base a los cambios en los grados de abertura de la válvula de mariposa 23 y la válvula EGR 43 responde más lentamente que un cambio en el estado de funcionamiento del motor 11 en base a los cambios en la cantidad de inyección de combustible, el momento de inyección de combustible y el momento del encendido.

50 Esto es, en el momento en el que el modo de orden de válvula FMODEB cambia, cambiando de este modo, por ejemplo, el ángulo de la mariposa, un cambio en la cantidad de aire de admisión respecto al cambio de ángulo tiene un retraso en la respuesta. En el momento en el que el modo de orden inyección / encendido FMODEI cambia, cambiando de este modo, por ejemplo, la cantidad de inyección de combustible, a modo de contraste, la cantidad de inyección de combustible cambia en buena respuesta al cambio en el modo de orden inyección / encendido FMODEI.

55 Al cambiar el momento de instrucción de la conmutación de ambos modos FMODEB y FMODEI de la manera descrita anteriormente, tiene lugar un cambio en el estado de funcionamiento del motor 11 en base al cambio en el modo de orden inyección / encendido FMODEI en apenas el mismo momento que un cambio en el estado de funcionamiento del motor 11 en base al cambio en el modo de orden de válvula FMODEB, asegurando de este modo la buena conmutación del modo de combustible.

60 Los procedimientos de calcular la cantidad final de inyección de combustible Q_{fin} de acuerdo con la presente realización se describirán haciendo referencia a la figura 17. La figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra una

rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible. Esta rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible se ejecuta en una interrupción de, por ejemplo, cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

5 El proceso de la etapa S401 es equivalente al proceso de las etapas S101 de la figura 3. En el proceso de la etapa S401, la ECU 92 calcula el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea haciendo referencia a un mapa bien conocido en base a la cantidad de depresión de aceleración ACCP.

10 En el proceso de la posterior etapa S402, la ECU 92 determina si el modo de orden de válvula FMODEB es 0 o no (combustión de carga estratificada). Cuando FMODEB = 0, el flujo va a la etapa S403, y cuando no se cumple que FMODEB = 0, el flujo va a la etapa S404. Los procesos de las etapas S403 a S405 son equivalentes a los procesos de las etapas S103 a S105 en la figura 3.

15 En el proceso de la etapa S404, la ECU 92 calcula la presión de admisión prevista PMFWD o la presión de admisión en el momento de cierre de la válvula de admisión 19 en base a la presión real de admisión PMr, el ángulo real de la mariposa TAr, la velocidad del motor NE, etc. En el proceso de la etapa S403, la ECU 92 calcula la presión de admisión virtual PMv cuyo valor corresponde a la presión de admisión prevista PMFWD en el momento de realizar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga estratificada. La presión de admisión virtual PMv se adquiere en base al ángulo objetivo de la mariposa TAt, etc. El ángulo virtual de la mariposa TAv es equivalente al ángulo real de la mariposa en el momento de realizar la combustión de carga homogénea con la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga homogénea.

25 Posteriormente, en el proceso de la etapa S405, la ECU 92 calcula la cantidad básica de inyección de combustible Qbse mediante la ecuación (1) de la primera realización utilizando la presión de admisión virtual PMv o la presión de admisión prevista PMFWD como la presión de admisión PM. En base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse, la cantidad final de inyección de combustible Qfin se calcula en el proceso de la etapa S409 que se va a describir más adelante. La ECU 92 controla el accionamiento de la válvula de inyección de combustible 40 en un proceso separado de tal manera para así inyectar combustible cuya cantidad corresponda a la cantidad final de inyección de combustible Qfin.

35 En el motor 11, la válvula de mariposa 23 puede tener una variación de producción o un cambio dependiente del tiempo o una materia externa puede estar atascada en el paso de admisión 32, en dicho caso la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv toman diferentes valores, por ejemplo, en el momento de conmutar el modo de combustión. Esto es debido a que la presión de admisión virtual PMv se calcula independientemente de la presión real de admisión PMr o similar mientras que la presión de admisión prevista PMFWD se calcula en base a la presión real de admisión PMr o similar que cambia de acuerdo con la variación de producción o similar de la válvula de mariposa 23.

40 Si la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv toman diferentes valores antes o después de la conmutación del modo de combustión, por ejemplo, tiene lugar un escalón en la cantidad básica de inyección de combustible Qbse antes o después de la conmutación del modo de combustión. Cuando tiene lugar un escalón en el par motor del motor 11 debido al escalón en la cantidad básica de inyección de combustible Qbse, el escalón en el par motor disminuye la facilidad de conducción.

45 De acuerdo con la presente realización, los valores de control para el motor 11, tales como la cantidad de inyección de combustible, el momento del encendido y el ángulo de la mariposa, se corrigen de tal manera para así cancelar el escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión. Dicha corrección puede evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión o similar, evitando de este modo la caída en la conductividad originada por el escalón.

50 Cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a la combustión de carga estratificada, la corrección en la cantidad de inyección de combustible se ejecuta en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv a fin de evitar que tenga lugar un escalón en el par motor. Por el otro lado, cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a la combustión de carga homogénea, se ejecuta selectivamente o bien la corrección en el ángulo retrasado del momento del encendido o bien la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa, como una corrección para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor, dependiendo de si la presión de admisión prevista PMFWD es mayor o menor que la presión de admisión virtual PMv. Esto es, cuando la presión de admisión prevista PMFWD es mayor que la presión de admisión virtual PMv, la corrección en el ángulo retrasado del momento del encendido se realiza en base a las presiones de admisión PMFWD y PMv, y cuando la presión de admisión prevista PMFWD es menor que la presión de admisión virtual PMv, la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa se realiza en base a las presiones de admisión PMFWD y PMv.

Ahora, se proporcionará de nuevo la descripción de la rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible. Después de que la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} se calcule en el proceso de la etapa S405, el flujo procede a la etapa S406. Los procesos de las etapas S406 y S407 sirven para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor provocado por una diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv, cuando tenga lugar la diferencia en el momento de conmutar el modo de combustión desde la combustión de carga homogénea a la combustión de carga estratificada.

En el proceso de la etapa S406, la ECU 92 determina si se ha dado instrucción o no de la conmutación del modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 (combustión de carga homogénea) a 0 (combustión de carga estratificada). Cuando la decisión es NO en el proceso de la etapa S406, el flujo va a la etapa S408. El proceso de la etapa S408 es equivalente al proceso de la etapa S107 de la figura 3 y calcula el coeficiente corrector de modo Kmode.

Cuando la decisión es SI en el proceso de la etapa S406, por otro lado, el flujo va a la etapa S407. A partir de la siguiente ecuación (9), la ECU 92 calcula un coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 que se utiliza para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor.

$$K1 = 1,0 - (PMv - PMFWD) / PMv \quad (9)$$

En la ecuación (9), la presión de admisión prevista PMFWD es la presión de admisión prevista PMFWD inmediatamente antes de que el modo de orden de válvula FMODEB se conmute desde 1 (combustión de carga homogénea) a 0 (combustión de carga estratificada) y la presión de admisión virtual PMv sea el último valor calculado en el proceso de la etapa S403. Como resulta evidente a partir de la ecuación (9), el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 se hace más pequeño respecto a 1,0 o el valor de referencia, mientras la presión de admisión virtual PMv, se hace más grande que la presión de admisión prevista PMFWD, y se hace más grande respecto a 1,0 mientras la presión de admisión virtual PMv se hace más pequeña que la presión de admisión prevista PMFWD.

Como siguiente proceso de la etapa S408, la ECU 92 calcula el coeficiente corrector de modo Kmode. Además, en el proceso de la etapa S409, la ECU 92 calcula la cantidad final de inyección de combustible Q_{fin} al multiplicar la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} por el coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante K_{thw} , el coeficiente corrector de modo Kmode y el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1, y entonces finalizar temporalmente la rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible.

El control de la inyección de combustible en base a la cantidad final de inyección de combustible Q_{fin} sufre una corrección con el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 que se calcula en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. En consecuencia, cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a combustión de carga estratificada, incluso si la presión de admisión prevista PMFWD se hace diferente de la presión de admisión virtual PMv, la circunstancia originada por la diferencia de un escalón en el par motor se evita por la corrección de la cantidad de inyección de combustible en base al coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1.

Los gráficos de tiempo de las figuras 18 y 19 muestran cambios en la presión de admisión prevista PMFWD, la presión de admisión virtual PMv, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 y el par motor cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a la combustión de carga estratificada.

En el gráfico (a) de la figura 18 y el gráfico de la figura 19, una línea continua L1 indica la transición de la presión de admisión prevista PMFWD y una línea continua L2 indica la transición de la presión de admisión virtual PMv.

Cuando se ha dado la instrucción de conmutar, por ejemplo, el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 (combustión de carga homogénea) a 0 (combustión de carga estratificada), tal como se muestra en el gráfico (a) de la figura 18, la presión de admisión virtual PMv puede hacerse mayor que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el valor de la presión de admisión que se utiliza en el cálculo de la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} cambia como se indica por la línea discontinua en el gráfico (a) de la figura 18. En consecuencia, cuando se dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0, el valor de la presión de admisión aumenta de repente. De acuerdo con el aumento del valor de la presión de admisión, la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} aumenta repentinamente.

Cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0, tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 18, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 cambia a un valor más pequeño. La corrección de la cantidad de inyección de combustible en base al coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 puede evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el lado de aumento cuando se

ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0. Como resultado, el par motor cambia con suavidad tal como se muestra en el gráfico (c) de la figura 18 cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a la combustión de carga estratificada.

5 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0, tal como se muestra en el gráfico (a) de la figura 19, la presión de admisión virtual PMv puede hacerse más pequeño que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el valor de la presión de admisión que se utiliza en el cálculo de la cantidad básica de inyección de combustible Qbse cambia como se indica por la línea discontinua en el gráfico (a) de la figura 19. En consecuencia, cuando se dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0, el valor de la presión de admisión disminuye de repente. De acuerdo con la disminución del valor de la presión de admisión, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse disminuye repentinamente.

15 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0, tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 19, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 cambia a un valor mayor. La corrección de la cantidad de inyección de combustible en base al coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 puede evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el lado de disminución cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 1 a 0. Como resultado, el par motor cambia con suavidad tal como se muestra en el gráfico (c) de la figura 19 cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a la combustión de carga estratificada.

25 Si se hace un intento de ajustar el par motor por la corrección del momento del encendido en el modo de combustión de carga estratificada, la alteración del momento del encendido puede provocar que el encendido tenga lugar cuando la mezcla aire – combustible con una concentración rica en combustible no esté presente alrededor de la bujía. Esto hace que el estado de la combustión sea inestable, lo cual puede provocar un fallo del encendido. A este respecto, la cantidad de inyección de combustible se corrige para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor cuando la combustión de carga homogénea se conmuta a combustión de carga estratificada.

30 Haciendo referencia ahora a las figuras 20 a 24, se proporcionará una descripción del control del momento de encendido y del control del ángulo de la mariposa para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea. Cuando la presión de admisión prevista PMFWD es mayor que la presión de admisión virtual PMv en el momento de conmutar el modo de combustión, se evita que tenga lugar un escalón en el par motor por el control del momento de encendido. Cuando la presión de admisión prevista PMFWD es más pequeña que la presión de admisión virtual PMv, se evita que tenga lugar un escalón en el par motor por el control del ángulo de la mariposa.

40 La figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del momento objetivo de encendido que se utiliza en el control del momento de encendido. Esta rutina se ejecuta en una interrupción de cada periodo predeterminado mediante la ECU 92.

45 En el proceso de la etapa S501, la ECU 92 calcula un momento básico de encendido SABse. El momento básico de encendido SABse se calcula en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la velocidad del motor NE en el modo de combustión de carga homogénea, y se calcula en base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse y la velocidad del motor NE en el modo de combustión de carga estratificada. El momento básico de encendido SABse se utiliza en el cálculo de un momento objetivo de encendido SAT en el proceso de la etapa S505 que se va a describir más adelante. Cuando el momento objetivo de encendido SAT se calcula, la ECU 92 controla en un proceso independiente, de tal manera que el momento real de encendido se convierte en el momento objetivo de encendido SAT.

50 Después de que el proceso de la etapa S501 se haya realizado, el flujo procede a la etapa S502. Los procesos de las etapas S502 a S505 sirven para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el lado de aumento provocado por un cambio en la presión de admisión prevista PMFWD en la dirección de hacerse mayor que la presión de admisión virtual PMv cuando tiene lugar el cambio en el momento en que la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea.

55 En el proceso de la etapa S502, la ECU 92 determina si se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 (combustión de carga estratificada) a 1 (combustión de carga homogénea). Cuando la decisión es SI, el flujo va a la etapa S503. En el proceso de la etapa S503, la ECU 92 determina si la presión de admisión virtual PMv restada de la presión de admisión prevista PMFWD ($PMFWD - PMv$) es positiva o no. Cuando $PMFWD - PMv$ es positiva, es decir, cuando la presión de admisión prevista PMFWD se cambia en la dirección de hacerse mayor que la presión de admisión virtual PMv, el flujo procede a la etapa S504.

5 En el proceso de la etapa S504, la ECU 92 calcula una cantidad correctora del momento de encendido K2 en base a PMFWD – PMv. Cuanto mayor se haga PMFWD – PMv, mayor se hace la cantidad correctora del momento de encendido K2. En el proceso de la siguiente etapa S505, la ECU 92 calcula el momento objetivo de encendido SAT al sumar la cantidad correctora del momento de encendido K2 al momento básico de encendido SAbse, entonces finaliza temporalmente la rutina de cálculo del momento objetivo de encendido.

10 El control del momento de encendido en base al momento objetivo de encendido SAT sufre una corrección hacia el lado de retraso del ángulo con la cantidad correctora del momento de encendido K2. En consecuencia, si la presión de admisión prevista PMFWD cambia en la dirección de hacerse mayor que la presión de admisión virtual PMv en el momento en que la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea, la circunstancia originada por el cambio de un escalón en el par motor en lado de disminución se evita por la corrección en el ángulo de retraso en el momento del encendido.

15 Cuando se determina en el proceso de la etapa S503 que PMFWD – PMv no es positivo, la cantidad correctora del momento de encendido K2 se establece como 0 en el proceso de la etapa S507, y entonces el flujo procede a la etapa S505. En consecuencia, cuando la presión de admisión prevista PMFWD es igual a o menor que la presión de admisión virtual PMv, la corrección en el ángulo de retraso, en el momento del encendido, no se realiza.

20 Cuando la decisión en el proceso de la etapa S502 es NO, el flujo procede a la etapa S506. Los procesos de las etapas S506 y S508 provocan que la cantidad correctora del momento de encendido K2 se acerque gradualmente a 0.

25 En el proceso de la etapa S506, la ECU 92 determina si la cantidad correctora del momento de encendido K2 es mayor que 0. Cuando $K2 > 0$, un valor obtenido al restar un valor predeterminado a2 de la cantidad correctora del momento de encendido K2, se establece como una nueva cantidad correctora del momento de encendido K2 en el proceso de la etapa S508, y entonces el flujo va a la etapa S505. Cuando no se cumple que $K > 0$, la cantidad correctora del momento de encendido K2 se establece como 0 en el proceso de la etapa S507, entonces el flujo procede a la etapa S505.

30 Después de que la cantidad correctora del momento de encendido K2 se establece como un valor mayor que 0 en el proceso de la etapa S504, a fin de evitar que tenga lugar un escalón en el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea, la cantidad correctora del momento de encendido K2 se acerca gradualmente a 0.

35 El gráfico de tiempo de la figura 21 muestra los cambios en la presión de admisión prevista PMFWD, la presión de admisión virtual PMv, la cantidad correctora del momento de encendido K2 y el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea.

40 En el gráfico (a) de la figura 21, una línea continua L1 indica la transición de la presión de admisión prevista PMFWD y una línea continua L2 indica la transición de la presión de admisión virtual PMv.

45 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar, por ejemplo, el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 (combustión de carga estratificada) a 1 (combustión de carga homogénea), tal como se muestra en el gráfico (a) en la figura 21, la presión de admisión prevista PMFWD puede hacerse en mayor que la presión de admisión virtual PMv. En este caso, el valor de la presión de admisión que se utiliza en el cálculo de la cantidad básica de inyección de combustible Qbse cambia tal como se indica por la línea discontinua en el gráfico (a) en la figura 21. En consecuencia, cuando se dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, el valor de la presión de admisión aumenta de repente. De acuerdo con el aumento del valor de la presión de admisión, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse aumenta repentinamente.

50 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 21, la cantidad correctora del momento de encendido K2 cambia a un valor mayor. La corrección en el ángulo de retraso en el momento del encendido en base a la cantidad correctora del momento de encendido K2 puede evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el lado de aumento. Como resultado, el par motor cambia con suavidad tal como se muestra en el gráfico (c) de la figura 21 cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a la combustión de carga homogénea.

55 Después de que se haya dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI a 1, la cantidad correctora del momento de encendido K2 se hace gradualmente más pequeña hasta 0 tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 21.

60 Se proporcionará ahora una descripción del control del ángulo de la mariposa para evitar que tenga lugar un escalón

en el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a la combustión de carga homogénea.

La figura 23 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del ángulo objetivo de la mariposa. Esta rutina se ejecuta en una interrupción de cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

5 En el proceso de la etapa S601, la ECU 92 calcula un ángulo básico de la mariposa TABse. El ángulo básico de la mariposa TABse se calcula en base a la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga homogénea, y se calcula en base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga estratificada. El ángulo básico de la mariposa TABse se utiliza en el cálculo del ángulo objetivo de la mariposa TAt en el proceso de la etapa S605 que se va a describir más adelante. Cuando el ángulo objetivo de la mariposa TAt se calcula, la ECU 92 controla en un proceso separado de tal manera que el ángulo real de la mariposa TAr se convierte en el ángulo objetivo de la mariposa TAt.

15 Después de que el proceso de la etapa S601 se haya realizado, el flujo procede a la etapa S602. Los procesos de las etapas S602 a S605 sirven para evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en el lado de disminución provocado por un cambio en la presión de admisión prevista PMFWD en la dirección de hacerse menor que la presión de admisión virtual PMv cuando tiene lugar el cambio en el momento en que la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea.

20 En el proceso de la etapa S602, la ECU 92 determina si se ha dado instrucción o no de la conmutación del modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 (combustión de carga estratificada) a 1 (combustión de carga homogénea). Cuando la decisión es SI, el flujo va a la etapa S603. En el proceso de la etapa S603, la ECU 92 determina si la presión de admisión virtual PMv restada de la presión de admisión prevista PMFWD ($PMFWD - PMv$) es negativa o no. Cuando $PMFWD - PMv$ es negativa, es decir, cuando la presión de admisión prevista PMFWD se cambia en la dirección de hacerse menor que la presión de admisión virtual PMv, el flujo procede a la etapa S604.

30 En el proceso de la etapa S604, la ECU 92 calcula una cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 en base a $PMFWD - PMv$. Cuanto menor se haga $PMFWD - PMv$, mayor se hace la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3. En el proceso de la siguiente etapa S605, la ECU 92 calcula el ángulo objetivo de la mariposa TAt al sumar la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 al ángulo básico de la mariposa TABse, entonces finaliza temporalmente la rutina de cálculo del ángulo objetivo de la mariposa.

35 El control del ángulo de la mariposa en base al ángulo objetivo de la mariposa TAt realiza una corrección, en la dirección de abrir la mariposa, utilizando la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 que se utiliza en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. Esta corrección aumenta la cantidad de aire de admisión al motor 11 y aumenta la cantidad de inyección de combustible. Como resultado, la cantidad de la mezcla aire – combustible que va a llenar la cámara de combustión 16 se hace mayor, aumentando de este modo el par motor. En consecuencia, incluso si la presión de admisión prevista PMFWD cambia en la dirección de hacerse en menor que la presión de admisión virtual PMv en el momento en el que la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea, se evita que tenga lugar un escalón en el par motor en lado de disminución, originado por el cambio.

45 Cuando se determina en el proceso de la etapa S603 que $PMFWD - PMv$ no es negativo, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se establece como 0 en el proceso de la etapa S607, y entonces el flujo procede a la etapa S605. En consecuencia, cuando la presión de admisión prevista PMFWD es igual a o mayor que la presión de admisión virtual PMv, la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa no se ejecuta.

50 Cuando la decisión en el proceso de la etapa S602 es NO, el flujo procede a la etapa S606. Los procesos de las etapas S606 y S608 provocan que la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se acerque gradualmente a 0.

55 En el proceso de la etapa S606, la ECU 92 determina si la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 es mayor que 0. Cuando $K3 > 0$, un valor obtenido al restar un valor predeterminado a3 de la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3, se establece como una nueva cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 en el proceso de la etapa S608, y entonces el flujo va a la etapa S605. Cuando no se cumple que $K > 0$, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se establece como 0 en el proceso de la etapa S607, entonces el flujo procede a la etapa S605.

60 Después de que la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se establece como un valor mayor que 0 en el proceso de la etapa S604 a fin de evitar que tenga lugar un escalón en el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se acerca gradualmente a 0.

El gráfico de tiempo de la figura 22 muestra los cambios en la presión de admisión prevista PMFWD, la presión de admisión virtual PMv, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 y el par motor cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a combustión de carga homogénea.

- 5 En el gráfico (a) de la figura 22, una línea continua L1 indica la transición de la presión de admisión prevista PMFWD y una línea continua L2 indica la transición de la presión de admisión virtual PMv.

10 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar, por ejemplo, el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 (combustión de carga estratificada) a 1 (combustión de carga homogénea), tal como se muestra en el gráfico (a) en la figura 22, la presión de admisión prevista PMFWD puede convertirse en menor que la presión de admisión virtual PMv. En este caso, el valor de la presión de admisión que se utiliza en el cálculo de la cantidad básica de inyección de combustible Qbse cambia tal como se indica por la línea discontinua en el gráfico (a) en la figura 22. En consecuencia, cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, el valor de la presión de admisión disminuye de repente. De acuerdo con la reducción del valor de la presión de admisión, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse disminuye drásticamente.

15 Cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 22, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 cambia a un valor mayor. La corrección en la abertura de la mariposa en base a la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 aumenta la cantidad de la mezcla aire – combustible que se va a llenar en la cámara de combustión 16 del motor 11, aumentando de este modo el par motor. En consecuencia, cuando se ha dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, es posible evitar que tenga lugar un escalón en el par motor en lado de disminución, originado por el cambio. Como resultado, el par motor cambia con suavidad tal como se muestra en el gráfico (c) de la figura 22 incluso cuando la combustión de carga estratificada se conmuta a la combustión de carga homogénea.

20 Después de que se haya dado la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1, la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se hace gradualmente más pequeño hasta 0, tal como se muestra en el gráfico (b) de la figura 22.

25 El aumento en la cantidad de aire de admisión en base a la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa se retrasa debido a la resistencia del aire de admisión respecto al momento de dar la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI. El aumento retrasado en la cantidad de aire de admisión puede hacer posible evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor en lado de disminución.

30 En consecuencia, de acuerdo con la presente realización, cuando se realiza la corrección del ángulo de la mariposa, el momento de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 a 1 en realidad se retrasa respecto al momento de dar la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI. Como resultado, se retrasa el momento en el cual el modo de combustión se conmuta a combustión de carga homogénea desde la combustión de carga estratificada. Incluso un aumento en la cantidad de aire de admisión se retrasa respecto a la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa, el momento de aumentar la cantidad de aire de admisión coincide aproximadamente con el momento en el cual la combustión de carga estratificada se conmuta a la combustión de carga homogénea. Esto hace posible evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor en lado de disminución.

35 Un procedimiento de retrasar la conmutación desde la combustión de carga estratificada a la combustión de carga homogénea se describirá ahora haciendo referencia a la figura 24. La figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina para retrasar la conmutación del modo de combustión en el momento de corregir la abertura de la abertura de la mariposa. La rutina para retrasar la conmutación se ejecuta en una interrupción de, por ejemplo, cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

40 En el proceso de la etapa S701, la ECU 92 determina si la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 ha cambiado de 0 a un valor mayor que 0 o no. Cuando la decisión es NO, el flujo procede a la etapa S704, y cuando la decisión es SI, el flujo procede a la etapa S702. Se determina como SÍ en la etapa S701, cuando se da la instrucción de conmutar el modo de orden inyección / encendido FMODEI desde 0 (combustión de carga estratificada) a 1 (combustión de carga homogénea) en el proceso de la etapa S602 en la figura 23 y la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa se ejecuta.

45 En el proceso de la etapa S702, la ECU 92 almacena 1 en un área predeterminada en la RAM 95 como una marca de ejecución de retraso F. La marca de ejecución de retraso F es para determinar si o no la conmutación actual del modo de orden inyección / encendido FMODEI debería retrasarse respecto al momento de dar la instrucción de la conmutación del modo de orden inyección / encendido FMODEI, es decir, si o no la conmutación del modo de

combustión desde la combustión de carga estratificada a la combustión de carga homogénea, debería retrasarse. La marca de ejecución de retraso F se utiliza para realizar el proceso de la etapa S706 que se describirá más adelante.

5 En el proceso de la etapa posterior S703, la ECU 92 establece un contador de retraso de la conmutación C en base a un valor (PMFWD – PMv) obtenido al restar la presión de admisión virtual PMv de la presión de admisión prevista PMFWD. El contador de retraso de la conmutación C determina el momento de retraso para la conmutación del modo de combustión, y se hace mayor mientras que PMFWD – PMv se hace más pequeño. Cuanto mayor se hace el contador de retraso de la conmutación C, más largo se hará el momento de retraso del modo de combustión.

10 En el proceso de la etapa S704, la ECU 92 determina si o no el contador de retraso de la conmutación C es mayor que 0. Inmediatamente después de que la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se hace mayor que 0, es decir, cuando el flujo va a la etapa S704 desde la etapa S703, el contador de retraso de la conmutación C es mayor que 0 de manera que se determina como SI en el proceso de la etapa S704 y el flujo va a la etapa S705. En el proceso de la etapa S705, la ECU 92 establece 1 restado del contador de retraso de la conmutación C como un nuevo contador de retraso de la conmutación C, y entonces finaliza temporalmente esta rutina para retrasar la conmutación.

20 Cuando el proceso de la etapa S705 provoca que el contador de retraso de la conmutación C se acerque gradualmente a 0 y C = 0, se determina como NO en el proceso de la etapa S704 y el flujo procede a la etapa S706. En el proceso de la etapa S706, la ECU 92 determina si o no 1 se almacena en un área predeterminada de la RAM 95 como la marca de realización de retraso F. Cuando F = 1, el modo de orden inyección / encendido FMODEI se conmuta a 1 (combustión de carga homogénea) en el proceso de la etapa S707.

25 Retrasar la conmutación real del modo de orden inyección / encendido FMODEI mediante el contador de retraso de la conmutación C de esta forma, retrasa la conmutación del modo de combustión de combustión de carga estratificada a combustión de carga homogénea. Posteriormente, la ECU 92 almacena 0 en un área predeterminada de la RAM 95 como la marca de realización de retraso F en el proceso de la etapa S708, entonces finaliza temporalmente la rutina para retrasar la conmutación.

30 La marca de ejecución de retraso F normalmente es 0 y se mantiene como 1 hasta que el modo de orden inyección / encendido FMODEI se conmuta a 1 después de que la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se haga mayor que 0. En el estado normal del motor 11 donde la conmutación del modo de combustión o similar no tiene lugar, F = 0 y se determina como NO en el proceso de la etapa S706, y la rutina para retrasar la conmutación finaliza temporalmente.

35 La presente realización descrita anteriormente de forma específica, tiene las siguientes ventajas además de las ventajas de la realización de las figuras 1 a 16.

40 Cuando una variación de producción o un cambio dependiente del tiempo tiene lugar en la válvula de mariposa 23, la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv pueden diferir entre sí en el momento de, por ejemplo, conmutar el modo de combustión, y la diferencia produce un escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión. La circunstancia de un escalón en el par motor puede evitarse adecuadamente al corregir la cantidad de inyección de combustible, el momento del encendido o el ángulo de la mariposa. Esto tiene como resultado una mejora de la facilidad de conducción.

45 En el momento de corregir el ángulo de la mariposa en el lado abierto a fin de evitar que tenga lugar un escalón en el par motor, se retrasa el momento de conmutar el modo de combustión. En consecuencia, incluso si se retrasa un cambio en la cantidad actual del aire de admisión respecto a la corrección de la abertura del ángulo de la mariposa, es posible evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor.

50 (Tercera Realización)

55 La tercera realización de la presente invención se describirá ahora haciendo referencia a las figuras 25 a 29. Como en la realización de las figuras 17 a 24, esta realización tiene como objetivo evitar que tenga lugar un escalón en el par motor del motor 11 debido a una diferencia entre la presión de admisión virtual PMv y la presión de admisión prevista PMFWD.

60 La presente realización difiere de la realización de las figuras 17 a 24 en que la presión de admisión virtual PMv se calcula en modo de combustión de carga homogénea así como en modo de combustión de carga estratificada y la cantidad de inyección de combustible se corrige en base a la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea y la presión de admisión virtual PMv. Puesto que la prevención de un escalón en el par motor se realiza sólo por la corrección de la cantidad de inyección de combustible en la presente realización, el

control del ángulo de la mariposa y el control del momento del encendido son los mismos que aquellos de la realización de las figuras 1 a 16. En consecuencia, sólo las porciones de la realización que difieran de aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 24 se describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 24 se omitirán.

5 Para empezar, el esquema del control de la inyección de combustible de acuerdo con la presente realización se describirá haciendo referencia a las figuras 25 y 26.

10 En un gráfico (a) de la figura 25 y un gráfico (a) de la figura 26, una línea continua L3 indica la transición de la presión de admisión prevista PMFWD respecto a un cambio en la carga del motor, y una línea continua L4 indica la transición de la presión de admisión virtual PMv respecto a un cambio en la carga del motor. La presión de admisión prevista PMFWD se calcula en base a la una presión real de admisión PMr, etc., y la presión de admisión virtual PMv se calcula independientemente de la presión real de admisión PMr o similar.

15 Como se menciona anteriormente, si la válvula de mariposa 23 tiene una variación de producción o un cambio dependiente del tiempo o una materia externa se atasca en el paso de admisión 32, los valores de la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv pueden hacerse diferentes entre sí. Cuando los valores de la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv, los cuales se utilizan para calcular la cantidad básica de inyección de combustible Qbse, se hacen diferentes entre sí, por ejemplo, antes o
20 después de que se conmute el modo de combustión, tiene lugar un escalón en la cantidad básica de inyección de combustible Qbse antes o después de que el modo de combustión se conmute. El escalón en la cantidad básica de inyección de combustible Qbse produce un escalón en el par motor del motor 11 como se indica por líneas continuas en un gráfico (b) de la figura 25 y un gráfico (b) de la figura 26.

25 De acuerdo con la realización, en consecuencia, la presión de admisión virtual PMv se calcula no sólo en el modo de combustión de carga estratificada sino que también en el modo de combustión de carga homogénea. Entonces, la cantidad de inyección de combustible se corrige en el modo de combustión de carga estratificada en base a la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea y la presión de admisión virtual PMv. Esta corrección elimina un escalón en el par motor y mejora la facilidad de conducción.

30 El gráfico (a) de la figura 25 muestra un ejemplo donde la presión de admisión virtual PMv se hace más pequeño que la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea. En este caso, el par motor en el modo de combustión de carga estratificada se hace más pequeño que el par motor en el modo de combustión de carga homogénea en el momento de conmutar el modo de combustión, tal como se indica por la
35 línea continua en el gráfico (b) en la figura 25.

En consecuencia, de acuerdo con la realización, la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada se corrige en lado de aumento en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. La corrección de la cantidad de inyección de combustible aumenta el par motor
40 en el modo de combustión de carga estratificada, evitando de este modo que tenga lugar un escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión, de manera que el par motor cambia con suavidad tal como se indica por la línea discontinua en el gráfico (b) de la figura 25.

45 El gráfico (a) de la figura 26 muestra un ejemplo donde la presión de admisión virtual PMv se hace mayor que la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea. En este caso, el par motor en el modo de combustión de carga estratificada se hace mayor que el par motor en el modo de combustión de carga homogénea en el momento de conmutar el modo de combustión, tal como se indica por la línea continua en el gráfico (b) en la figura 26.

50 En consecuencia, de acuerdo con la realización, la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada se corrige en lado de disminución en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. La corrección de la cantidad de inyección de combustible aumenta el par motor en el modo de combustión de carga estratificada, evitando de este modo que tenga lugar un escalón en el
55 par motor en el momento de conmutar el modo de combustión, de manera que el par motor cambia con suavidad tal como se indica por la línea discontinua en el gráfico (b) de la figura 26.

Los procedimientos de control para la cantidad de inyección de combustible se describirán ahora haciendo referencia a la figura 27. La figura 27 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible de acuerdo con la presente realización. Esta rutina se realiza en una interrupción de, por
60 ejemplo, cada momento predeterminado a través de la ECU 92.

Los procesos de las etapas S801, S802, S803 y S804 son equivalentes a los procesos de las etapas S401, S403,

S402 y 404.

La ECU 92 calcula el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea en base a la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el proceso de la etapa S801, y calcula la presión de admisión virtual PMv en el proceso de la etapa S802. Entonces, la ECU 92 determina si el modo de orden de válvula FMODEB es 0 o no (combustión de carga estratificada) en el proceso de la etapa S803. De acuerdo con la presente realización, la presión de admisión virtual PMv se calcula en el proceso de la etapa S802, independientemente de si el modo de orden de válvula FMODEB = 0 o no. En consecuencia, la presión de admisión virtual PMv se calcula en el modo de combustión de carga homogénea así como en el modo de combustión de carga estratificada.

Cuando se determina en el proceso de la etapa S803 que FMODEB = 0, el flujo procede a la etapa S805, y cuando no se determina que FMODEB = 0, el flujo procede a la etapa S805 después de que la presión de admisión prevista PMFWD se calcule en el proceso de la etapa S804. En consecuencia, la presión de admisión prevista PMFWD se calcula sólo cuando FMODEB es 1 (combustión de carga homogénea).

En el proceso de la etapa S805, la ECU 92 determina si el modo de orden inyección / encendido FMODEI es 0 (combustión de carga estratificada) o no. Cuando FMODEI = 0, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse se calcula en base a la presión de admisión virtual PMv, y similar en el proceso de la etapa S806. La ECU 92 establece un valor adquirido QG1 que se va a describir más adelante como un coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 en el proceso de la posterior etapa S807, entonces va a la etapa S811.

Los procesos de las etapas S811 a S812 son equivalentes a los procesos de las etapas S408 y S409. La ECU 92 calcula el coeficiente corrector de modo Kmode en el proceso de la etapa S811. A continuación, la cantidad final de inyección de combustible Qfin se calcula al multiplicar la cantidad básica de inyección de combustible Qbse por el coeficiente corrector de la temperatura del refrigerante Kthw, el coeficiente corrector de modo Kmode y el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 en el proceso de la etapa S812, tras lo cual finaliza temporalmente la rutina de cálculo de la cantidad final de inyección de combustible.

Cuando la cantidad final de inyección de combustible Qfin se calcula, la ECU 92 controla el accionamiento de la válvula de inyección de combustible 40 en un proceso independiente e inyecta el combustible cuya cantidad corresponde a la cantidad final de inyección de combustible Qfin. La cantidad de inyección de combustible se corrige con el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 (valor adquirido QG1), y esta corrección regula el par motor.

El valor adquirido QG1 es un valor que aumenta o disminuye de acuerdo con una presión diferencial DPMK entre la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea y la presión de admisión virtual PMv. Esto es, el valor adquirido QG1 se establece como un valor pequeño cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 (valor adquirido QG1) reduce la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada, reduciendo de este modo el par motor. Como resultado, el par motor cambia suavemente incluso en el momento de conmutar el modo de combustión.

El valor adquirido QG1 se establece como un valor grande cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente más pequeño que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 (valor adquirido QG1) aumenta la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada, aumentando de este modo el par motor. En consecuencia, el par motor cambia suavemente incluso en el momento de conmutar el modo de combustión.

Cuando se determina en el proceso de la etapa S805 que el modo de orden inyección / encendido FMODEI es 1 (combustión de carga homogénea), por otro lado, el flujo va a la etapa S808. La ECU 92 calcula la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en base a la presión de admisión prevista PMFWD, y similar en el proceso de la etapa S808, establece el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 en 1,0 en el proceso de la etapa S809, y entonces realiza los procesos después de la etapa S811 inclusive. Puesto que el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 se establece en 1,0 en el modo de combustión de carga homogénea de la etapa S809, no tiene lugar la corrección de la cantidad de inyección de combustible en este coeficiente K4 (valor adquirido QG1).

Los procedimientos de cálculo del valor adquirido QG1 se describirán haciendo referencia a la figura 28. La figura 28 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del valor adquirido QG1. Esta rutina se ejecuta en una interrupción de cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

Los procesos de las etapas S901 a S905 para determinar si o no el estado de funcionamiento del motor 11 es adecuado para el cálculo del valor adquirido QG1. La ECU 92 determina si o no la velocidad del motor NE toma un

valor entre un valor predeterminado a y un valor predeterminado b en el proceso de la etapas S901, y determina si o no la presión real de admisión PMr toma un valor entre un valor predeterminado α y un valor predeterminado β en el proceso de la etapa S902. Un estado de funcionamiento del motor 11 bajo el cual las decisiones en los procesos de las etapas S901 y S902 son ambos SI es el área de funcionamiento del motor 11 donde la combustión de carga homogénea se ejecuta, es decir, cuando el motor 11 está funcionando a relativamente velocidad baja y bajo una carga ligera.

Posteriormente, en el proceso de la etapa S903, la ECU 92 determina si o no la temperatura del refrigerante es igual a o más alta que un valor predeterminado c, es decir, si o no se ha completado el calentamiento del motor 11. Además, en el proceso de la etapa S904, la ECU 92 determina si o no el valor absoluto de un cambio DPMr en la presión real de admisión PMr por unidad de tiempo es más pequeño que un valor predeterminado d, es decir, si o no un cambio en la presión real de admisión PMr es suficientemente pequeño. En el proceso de la posterior etapa S905, la ECU 92 determina si o no un contador de la combustión de carga homogénea Cmode que representa el periodo de ejecución de la combustión de carga homogénea, es mayor que un valor predeterminado e, es decir, si o no ha pasado un periodo predeterminado desde el inicio de la combustión de carga estratificada.

Haciendo referencia a un diagrama de flujo de la figura 29, se proporcionará ahora una descripción de una rutina de procesamiento de contador para contar hacia arriba y reanudar el contador de la combustión de carga homogénea Cmode. Esta rutina de procesamiento del contador se realiza en una interrupción de cada periodo predeterminado mediante la ECU 92.

En el proceso de la etapa S1001, la ECU 92 determina si o no el modo de orden de válvula FMODEB y el modo de orden inyección / encendido FMODEI son 0 (combustión de carga estratificada). Cuando ambos modos FMODEB y FMODEI son 0 (combustión de carga estratificada), el contador de la combustión de carga homogénea Cmode se establece como 0 en el proceso de la etapa S1002. Cuando ambos métodos FMODEB y FMODEI son 1 (combustión de carga homogénea), el contador de la combustión de carga homogénea Cmode se aumenta por 1 en el proceso de la etapa S1003. Después de realizar uno cualquiera de los procesos de esas etapas S1002 y S1003, la ECU 92 finaliza entonces temporalmente la rutina de procesamiento del contador. El contador de la combustión de carga homogénea Cmode cuenta hacia arriba mientras se está ejecutando la combustión de carga homogénea. En consecuencia es posible saber adecuadamente el periodo transcurrido desde la ejecución de la combustión de carga homogénea en base al contador de la combustión de carga homogénea Cmode.

Un estado de funcionamiento del motor 11 bajo el cual las decisiones en los procesos de las etapas S903 a S905 de la figura 28 son todas SI, es cuando la combustión de carga homogénea ha sido ejecutada por un periodo predeterminado cuando el calentamiento del motor 11 se ha completado y un cambio en la presión real de admisión PMr se pequeño. Cuando la decisión en uno cualquiera de los procesos de las etapas S901 a S905 es NO, la rutina de procesamiento del valor adquirido finaliza temporalmente, pero cuando todas las decisiones son SI, el flujo sigue a la etapa S906.

En el proceso de la etapa S906, la ECU 92 calcula la presión diferencial DPMK al restar un valor, obtenido al multiplicar la presión de admisión virtual PMv por el valor adquirido QG1, de la presión de admisión prevista PMFWD. Entonces, el flujo procede a la etapa S907. Los procesos de la etapa S907 y posteriores etapas son para calcular el valor adquirido QG1, el cual se utiliza en el proceso de la etapa S807 de la figura 27, de acuerdo con la presión diferencial DPMK.

En el proceso de la etapa S907, la ECU 92 determina si o no la presión diferencial DPMK es más pequeño que un valor predeterminado $-f$ ($f > 0$). Cuando se determina que $DPMK < -f$ o que el valor obtenido al multiplicar la presión de admisión virtual PMv por el valor adquirido QG1 es excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD, un valor predeterminado g restado del valor adquirido QG1 actual se establece como un nuevo valor adquirido QG1 en el proceso de la etapa S908, después de lo cual la rutina de procesamiento del valor adquirido finaliza temporalmente.

Cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor adquirido QG1 se hace gradualmente más pequeño en el proceso de la etapa S908 de la manera descrita anteriormente. Además, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 que se establece de acuerdo con el valor adquirido QG1 también se hace gradualmente más pequeño en el proceso de la etapa S807 de la figura 27. Como resultado, la cantidad final de inyección de combustible Qfin en el modo de combustión de carga estratificada se corrige en el lado de disminución en base al coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4. En consecuencia, incluso cuando la presión de admisión virtual PMv se hace excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD, el par motor cambia suavemente en el momento de conmutar el modo de combustión o similar.

5 Cuando no se cumple que $DPMK < -f$ en el proceso de la etapa S907, el flujo va a la etapa S909. En el proceso de la etapa S909, la ECU 92 determina si o no la presión diferencial DPMK es mayor que un valor predeterminado f . Cuando se determina que $DPMK > f$ o que el valor obtenido al multiplicar la presión de admisión virtual PMv por el valor adquirido QG1 es excesivamente más pequeño que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor predeterminado g sumado al valor adquirido QG1 actual se establece como un nuevo valor adquirido QG1 en el proceso de la etapa S910, después de lo cual la rutina de procesamiento del valor adquirido finaliza temporalmente. Cuando no se cumple que $DPMK > f$ en el proceso de la etapa S909, la rutina de procesamiento del valor adquirido también finaliza temporalmente.

10 Cuando el presión de admisión virtual PMv es excesivamente más pequeño que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor adquirido QG1 se hace gradualmente mayor en el proceso de la etapa S901 de la manera descrita anteriormente. Además, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4 que se establece de acuerdo con el valor adquirido QG1 también se hace gradualmente mayor en el proceso de la etapa S807 de la figura 27. Como resultado, la cantidad final de inyección de combustible Q_{fin} en el modo combustión de carga estratificada se corrige en el lado de aumento en base al coeficiente corrector de la cantidad de inyección K4. En consecuencia, incluso cuando la presión de admisión virtual PMv se hace excesivamente más pequeña respecto al presión de admisión prevista PMFWD, el par motor del motor 11 cambia suavemente en el momento de conmutar el modo de combustión o similar.

20 La presente realización específicamente descrita anteriormente tiene la siguiente ventaja además de las ventajas de la realización de las figuras 1 a 16.

25 Incluso cuando la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv se hacen diferentes cuando se conmuta el modo de combustión, corregir la cantidad de inyección de combustible en el modo de combustión de carga estratificada puede evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor. Esto tiene como resultado una facilidad de conducción mejorada.

(Cuarta realización)

30 La cuarta realización de la invención se describirá ahora haciendo referencia a las figuras 30 a 33. La realización se diferencia de la realización de las figuras 25 a 29 en que el ángulo de la mariposa se corrige en base a la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea y la presión de admisión virtual PMv. Debido a que se evita un escalón en el par motor sólo por la corrección del ángulo de la mariposa en esta realización, el control de la cantidad de inyección de combustible se lleva a cabo de la misma manera de controlar como aquella de la realización de las figuras 1 a 16. En consecuencia, sólo las porciones de la realización que difieran de aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 29 se describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de las realizaciones de las figuras 1 a 29 se omitirán.

40 Para empezar, el esquema del control del ángulo de la mariposa de acuerdo con esta realización se describirá haciendo referencia a las figuras 32 y 33.

45 En un gráfico (a) de la figura 32 y un gráfico (a) de la figura 33, una línea continua L3 indica la transición de la presión de admisión prevista PMFWD respecto a un cambio en la carga del motor, y una línea continua L4 indica la transición de la presión de admisión virtual PMv respecto a un cambio en la carga del motor. La presión de admisión prevista PMFWD se calcula en base a la una presión real de admisión PMr, y similar, y la presión de admisión virtual PMv se calcula independientemente de la una presión real de admisión PMr, etc.

50 El gráfico (a) de la figura 32 muestra un ejemplo donde la presión de admisión virtual PMv se hace más pequeña que la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea. En este caso, la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} en el modo combustión de carga estratificada que se calcula en base a la presión de admisión virtual PMv, por ejemplo, en el momento de conmutar el modo de combustión, se hace más pequeña que la cantidad básica de inyección de combustible Q_{bse} en el modo de combustión de carga homogénea que se calcula en base a la presión de admisión prevista PMFWD. Como resultado, el par motor en el modo de combustión de carga estratificada se hace más pequeña que el par motor en el modo de combustión de carga homogénea en el momento de conmutar el modo de combustión.

60 En consecuencia, de acuerdo con la presente realización, el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea se corrige en el lado de cierre como se indica por la línea discontinua en el gráfico (b) de la figura 32 en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. Esta corrección reduce la cantidad de inyección de combustible, haciendo menor de este modo el par motor en el modo de combustión de carga homogénea. Esto evita que tenga lugar un escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión, de manera que el par motor cambia con suavidad tal como se indica en el gráfico

(c) de la figura 32.

El gráfico (a) de la figura 33 muestra un ejemplo donde la presión de admisión virtual PMv se hace mayor que la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea. En este caso, la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga estratificada que se conmuta en base a la presión de admisión virtual PMv, por ejemplo, en el momento de conmutar el modo de combustión, se hace más pequeña que la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga homogénea que se calcula en base a la presión de admisión prevista PMFWD. Como resultado, el par motor en el modo de combustión de carga estratificada se hace mayor que el par motor en el modo de combustión de carga homogénea en el momento de conmutar el modo de combustión.

En consecuencia, de acuerdo con la presente realización, el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea se corrige en lado abierto tal como se indica por la línea discontinua en el gráfico (b) de la figura 33 en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. Esta corrección aumenta la cantidad de inyección de combustible, aumentando de este modo el par motor en el modo de combustión de carga homogénea. Esto evita que tenga lugar un escalón en el par motor en el momento de conmutar el modo de combustión, de manera que el par motor cambia con suavidad tal como se muestra en el gráfico (c) de la figura 33.

A continuación, se describirán los procedimientos de control para el ángulo de la mariposa haciendo referencia a la figura 30. La figura 30 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del ángulo objetivo de la mariposa TAt. Esta rutina se ejecuta en una interrupción de, por ejemplo, cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

En el proceso de la etapa S1101, la ECU 92 calcula el ángulo básico de la mariposa TABse. Este ángulo básico de la mariposa TABse se calcula en base a la cantidad de depresión de aceleración ACCP en el modo de combustión de carga homogénea, y se calcula en base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse en el modo de combustión de carga estratificada. En el proceso de la etapa S1102, la ECU 92 determina si o no el modo de orden de válvula FMODEB es 1 (combustión de carga homogénea). Cuando FMODEB = 1, se establece un valor adquirido QG2 que se va a describir más adelante como un coeficiente corrector de la mariposa K5 en el proceso de la etapa S1103, después de lo cual el flujo va a la etapa S1105.

Después de calcular el ángulo objetivo de la mariposa TAt al multiplicar el ángulo básico de la mariposa TABse por el coeficiente corrector de la mariposa K5 en el proceso de la etapa S1105, la ECU 92 finaliza temporalmente esta rutina. Puesto que el ángulo objetivo de la mariposa TAt se calcula de esta forma, la ECU 92 controla el accionamiento del motor de la mariposa 24 en base a la señal del sensor de posición de la mariposa 44 en un proceso separado, controlando de este modo el ángulo de la mariposa al ángulo objetivo de la mariposa TAt. En base a la corrección del ángulo de la mariposa con el coeficiente corrector de la mariposa K5 (valor adquirido QG2), la cantidad de inyección de combustible se cambia para así probar el par motor adecuado.

El valor adquirido QG2 es un valor que aumenta o disminuye de acuerdo con una presión diferencial DPMK entre la presión de admisión prevista PMFWD en el modo de combustión de carga homogénea y la presión de admisión virtual PMv. Esto es, el valor adquirido QG2 se establece como un valor grande cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el coeficiente corrector de la mariposa K5 (valor adquirido QG2) aumenta ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea. En consecuencia, aumenta el par motor en el modo de combustión de carga homogénea, de manera que el par motor cambia suavemente incluso en el momento de conmutar el modo de combustión.

El valor adquirido QG2 se establece como un valor pequeño cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente más pequeña que la presión de admisión prevista PMFWD. En este caso, el coeficiente corrector de la mariposa K5 (valor adquirido QG2) reduce el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea. En consecuencia, disminuye el par motor en el modo de combustión de carga homogénea, de manera que el par motor cambia suavemente incluso en el momento de conmutar el modo de combustión.

Cuando se determina en el proceso de la etapa S1102 que el modo de orden de válvula FMODEB es 0 (combustión de carga estratificada), por otro lado, el flujo va a la etapa S1104. La ECU 92 establece el coeficiente corrector de la mariposa K5 en 1,0 en el proceso de la etapa S1104, entonces ejecuta el proceso de la etapa S1105. Puesto que el coeficiente corrector de la mariposa K5 se establece en 1,0 en el modo de combustión de carga estratificada, no tiene lugar la corrección del ángulo de la mariposa en base a este coeficiente K5.

Los procedimientos de cálculo del valor adquirido QG2 se describirán haciendo referencia a la figura 31. La figura 31 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del valor adquirido QG2. La rutina de la figura 31 difiere de

la rutina de la figura 28 en los procesos de las etapas S1208 y S1210 que son equivalentes a las etapas S908 y S910 de la figura 28. El valor predeterminado g se suma en la etapa S1208 de la figura 31 mientras que el valor predeterminado g se resta en la etapa S908 de la figura 28. El valor predeterminado g se resta en la etapa S1210 de la figura 31 mientras que el valor predeterminado g se suma en la etapa S910 de la figura 28. La rutina de cálculo del valor adquirido QG2 de la figura 31 también se ejecuta en una interrupción de cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

Los procesos de las etapas S1201 a S1205 son para determinar si o no el estado de funcionamiento del motor 11 es adecuado para el cálculo del valor adquirido QG2. En los procesos de las etapas S1201 a S1205 son los mismos que en los procesos de las etapas S901 a S905, su descripción se omitirá.

Cuando la decisión en uno cualquiera de los procesos de las etapas S1201 a S1205 es NO, la rutina de cálculo del valor adquirido finaliza temporalmente, pero cuando todas las decisiones son SI, el flujo va a la etapa S1206. En el proceso de la etapa S1206, la ECU 92 calcula la presión diferencial DPMK al restar la presión de admisión virtual PMv de la presión de admisión prevista PMFWD. Después de calcular la presión diferencial DPMK, el flujo procede a la etapa S1207. Los procesos de la etapa S1207 y posteriores etapas sirven para calcular el valor adquirido QG2, el cual se utiliza en el proceso de la etapa S1103 de la figura 30, de acuerdo con la presión diferencial DPMK.

En el proceso de la etapa S1207, la ECU 92 determina si o no la presión diferencial DPMK es más pequeña que el valor predeterminado $-f$ ($f > 0$). Cuando se determina que $DPMK < -f$ o que la presión de admisión virtual PMv es excesivamente mayor a la presión de admisión prevista PMFWD, el valor predeterminado g sumado al valor adquirido QG2 actual se establece como un nuevo valor adquirido QG2 en el proceso de la etapa S1208, después de lo cual la rutina de cálculo del valor adquirido finaliza temporalmente.

Cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor adquirido QG2 se hace gradualmente mayor en el proceso de la etapa S1208 de la manera descrita anteriormente. Además, el coeficiente corrector de la mariposa K5 que se establece de acuerdo con el valor adquirido QG2 también se hace gradualmente mayor en el proceso de la etapa S1103 de la figura 30. Como resultado, el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea se corrige en el lado abierto en base al coeficiente corrector de la mariposa K5. La cantidad de inyección de combustible aumenta en base a la corrección del ángulo de la mariposa, y el par motor en el modo combustión de carga homogénea aumenta. En consecuencia, incluso cuando la presión de admisión virtual PMv se hace excesivamente mayor que la presión de admisión prevista PMFWD, el par motor cambia suavemente en el momento de conmutar el modo de combustión o similar.

Cuando no se cumple que $DPMK < -f$ en el proceso de la etapa S1207, el flujo va a la etapa S1209. En el proceso de la etapa S1209, la ECU 92 determina si o no la presión diferencial DPMK es mayor que un valor predeterminado f . Cuando se determina que $DPMK > f$ o que la presión de admisión virtual PMv es excesivamente más pequeña que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor predeterminado g restado al valor adquirido QG2 actual se establece como un nuevo valor adquirido QG2 en el proceso de la etapa S1210, después de lo cual la rutina de cálculo del valor adquirido finaliza temporalmente. Cuando no se cumple que $DPMK > f$ en el proceso de la etapa S1209, la rutina de cálculo del valor adquirido también finaliza temporalmente.

Cuando la presión de admisión virtual PMv es excesivamente más pequeña que la presión de admisión prevista PMFWD, el valor adquirido QG2 se hace gradualmente más pequeño en el proceso de la etapa S1201 de la manera descrita anteriormente. Además, el coeficiente corrector de la mariposa K5 que se establece de acuerdo con el valor adquirido QG2 también se hace gradualmente más pequeño en el proceso de la etapa S1103 de la figura 30. Como resultado, el ángulo objetivo de la mariposa TAt en el modo de combustión de carga homogénea se corrige en el lado de cierre en base al coeficiente corrector de la mariposa K5. La cantidad de inyección de combustible se reduce en base a la corrección del ángulo de la mariposa, y el par motor en el modo combustión de carga homogénea se reduce. En consecuencia, incluso cuando la presión de admisión virtual PMv se hace excesivamente más pequeña respecto a la presión de admisión prevista PMFWD, el par motor cambia suavemente en el momento de conmutar el modo de combustión o similar.

La presente realización específicamente descrita anteriormente tiene la siguiente ventaja además de las ventajas de la realización de las figuras 1 a 16.

Incluso cuando la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv se hacen diferentes entre sí en el momento de que se conmuta el modo de combustión, corregir el ángulo de la mariposa en el modo de combustión de carga homogénea puede evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor. En consecuencia, se mejora la facilidad de conducción.

(Quinta realización)

La quinta realización de la invención se describirá ahora haciendo referencia a la figura 34. Esta realización se diferencia de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 en que el ángulo virtual de la mariposa TAV se utiliza en el control del corte del combustible así como en el cálculo de varios valores de control. En consecuencia, sólo las porciones de la presente realización que difieran de aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 se describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de las realizaciones de las figuras 1 a 33 se omitirán.

Primero, los procedimientos de ejecución del control del corte del combustible se describirán haciendo referencia a la figura 34. El control del corte del combustible corta el combustible que se va a suministrar a la cámara de combustible 16 cuando el motor 11 está en el estado de funcionamiento que no requiere combustible, tales como el modo de deceleración del vehículo, mejorando en consecuencia el rendimiento del combustible. La figura 34 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de corte de combustible para llevar a cabo la realización / finalización del corte del combustible en base a la velocidad del motor NE y el ángulo de la mariposa TA. Esta rutina se ejecuta en una interrupción de, por ejemplo, cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

En el proceso de la etapa S1301, la ECU 92 determina si el corte de combustible está actualmente en progreso o no. Cuando la decisión es afirmativa, se realizan los procesos de las etapas S1302 a S1304, y cuando la decisión es negativa, se ejecutan los procesos de las etapas S1305 a S1307.

Los procesos de las etapas S1305 a S1307 son para ejecutar el corte de combustible cuando la velocidad del motor NE se suficientemente alta o similar en el modo de deceleración del vehículo en una cuesta abajo. La razón para realizar el corte de combustible en dicha situación es que, en el modo de deceleración del vehículo, no se requiere el combustible para hacer funcionar al vehículo de forma positiva e, incluso cuando se corta el combustible, la velocidad del motor NE es alta y el motor 11 es improbable que se detenga. Cuando el vehículo intente realizar un impulso positivo, la carga del motor 11 se convierte en alta, de manera que es posible determinar si el vehículo está decelerando en base a si la carga del motor es un valor cercano a 0 o no. En este caso, por ejemplo, el ángulo de la mariposa TA se utiliza como un valor que representa la carga del motor. Se determina si el vehículo se desacelera en base a si o no el ángulo de la mariposa TA es más pequeño que un primer ángulo TA1, que es ligeramente mayor que 0.

Los procesos de las etapas S1302 a S1304 son para finalizar el corte de combustible cuando el corte de combustible ha hecho caer excesivamente la velocidad del motor NE o cuando se intenta un impulso activo. Si se intenta o no el impulso activo se determina en base al ángulo de la mariposa TA que alcanza un segundo ángulo TA2, el cual se mayor que el primer ángulo TA1.

Cuando no se realiza el corte de combustible, se produce una decisión negativa en el proceso de la etapa S1301 y el flujo va a la etapa S1305. El proceso de la etapa S1305 es para determinar si la velocidad del motor NE es suficiente alta o no para que el motor 11 no se detenga incluso cuando se realiza el corte de combustible. En el proceso de la etapa S1305, la ECU 92 determina si o no la velocidad del motor NE es igual o más alta que una primera velocidad NE1. La primera velocidad NE1 es equivalente a la velocidad del motor NE a la cual el motor 11 probablemente no se va a detener incluso cuando se realiza el corte de combustible.

Cuando se determina en el proceso de la etapa S1305 que $NE \geq NE1$, el flujo va a la etapa S1306. El proceso de la etapa S1306 es para determinar si la carga del motor toma o no un valor cercano a 0. En el proceso de la etapa S1306, la ECU 92 determina si o no el ángulo de la mariposa TA es menor que el primer ángulo TA1. Cuando se determina que $TA < TA1$ o el valor de la carga del motor es cercano a 0, el flujo procede a la etapa S1307.

La ECU 92 realiza un proceso de realización del corte de combustible en la etapa S1307, y entonces finaliza temporalmente la rutina del corte de combustible. Específicamente, la ECU 92 finaliza el suministro de combustible a la cámara de combustión 16 al controlar la válvula de inyección de combustible 40 e inicia el corte de combustible. Incluso cuando se produce una decisión negativa en cualquiera de los procesos de las etapas S1305 y S1306, la rutina del corte de combustible finaliza temporalmente. En este caso, el proceso de la etapa S1307 no se realiza.

Cuando el corte de combustible se inicia de la manera anteriormente descrita, se produce una decisión positiva en el proceso de la etapa S1301 y el flujo va a la etapa S1302. El proceso de la etapa S1302 es para determinar si la velocidad del motor NE ha caído excesivamente. En el proceso de la etapa S1302, la ECU 92 determina si o no la velocidad del motor NE es más pequeña que una segunda velocidad NE2. La segunda velocidad NE2 se establece como un valor más pequeño que la primera velocidad del motor NE1 y mayor que un valor a la cual el motor 11 puede detenerse.

5 Cuando se determina en el proceso de la etapa S1302 que $NE < NE_2$, el flujo va a la etapa S1303. El proceso de la etapa S1303 es para determinar si el vehículo realiza un impulso activo para la aceleración o similar o no, es decir la carga del motor ha aumentado a un determinado grado desde el valor cercano a 0. En el proceso de la etapa S1303, la ECU 92 determina si o no el ángulo de la mariposa TA es igual o mayor que el segundo ángulo TA2. Cuando se determina que $TA \geq TA_2$ o el valor de la carga del motor se ha aumentado a un determinado grado desde 0, el flujo procede a la etapa S1304.

10 La ECU 92 realiza un proceso de finalización del corte de combustible en la etapa S1304, y entonces finaliza temporalmente la rutina del corte de combustible. Específicamente, la ECU 92 reanuda el suministro de combustible a la cámara de combustión 16 al controlar la válvula de inyección de combustible 40 y finaliza el corte de combustible. Incluso cuando se produce una decisión negativa en cualquiera de los procesos de las etapas S1302 y S1303, la rutina del corte de combustible finaliza temporalmente. En este caso, el proceso de la etapa S1304 no se realiza.

15 En los procesos de decisión de las etapas S1306 y S1303, el ángulo real de la mariposa TA_r se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en un modo de combustión de carga homogénea y el ángulo virtual de la mariposa TA_v se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en el modo de combustión de carga estratificada. Como resulta evidente a partir de lo anterior, en uno cualquiera del modo de combustión de carga homogénea o en el modo de combustión de carga estratificada, el mismo parámetro, el ángulo de la mariposa TA, que representa la cantidad de aire de admisión se utiliza para determinar la carga del motor. Esto simplifica los experimentos o similares para optimizar dos valores umbrales (primer ángulo TA1 y segundo ángulo TA2) que se utilizan al decidir la carga del motor. Esto es, debido a que el primer ángulo TA1 y el segundo ángulo TA2 óptimos respecto al ángulo de la mariposa TA sólo tienen que ser obtenidos mediante experimentos o similares, no es necesario realizar experimentos o similares para cada parámetro como en el caso donde los parámetros que se van a utilizar mientras la carga del motor difiere entre el modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea.

(Sexta realización)

30 La sexta realización de la presente invención se describirá ahora haciendo referencia a la figura 35. La realización se diferencia de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 en que el ángulo virtual de la mariposa TA_v se utiliza en el control del corte del aire acondicionado así como en el cálculo de varios valores de control. En consecuencia, sólo las porciones de esta realización que difieran de aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 se describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de las realizaciones de las figuras 1 a 33 se omitirán.

35 En el motor 11 de la presente realización, un acondicionador de aire 45 como un accesorio está acoplado al cigüeñal 14 (ver figura 1). El acondicionador de aire 45 está conectado al circuito de interfaz de salida 99 de la ECU 92 (ver figura 2). El acondicionador de aire 45 está accionado en base al giro del cigüeñal 14 y acondiciona el aire del interior del vehículo. El acondicionador de aire 45 está controlado por la ECU 92. La ECU 92 realiza el control del corte del aire acondicionado de acuerdo con la carga del motor. Dicho control del corte del aire acondicionado es para detener el accionamiento del acondicionador de aire 45 para proporcionar una potencia alta del motor en el modo de aceleración o similar donde se solicita un par motor alto.

45 Los procedimientos de ejecutar el control del corte del aire acondicionado se describirán haciendo referencia a la figura 35. La figura 35 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de corte de aire acondicionado para llevar a cabo la realización / finalización del corte del aire acondicionado en base a la velocidad del motor NE y el ángulo de la mariposa TA. Esta rutina de corte de aire acondicionado se realiza en una interrupción de, por ejemplo, momentos predeterminados mediante la ECU 92.

50 El proceso de la etapa S1401 es para determinar si se demanda o no un par motor alto. Cuando se demanda un par motor alto como en el modo de aceleración del vehículo, la carga del motor 11 se convierte en alta. En consecuencia es posible determinar si se demanda un par motor alto o no al comprobar si o no la carga del motor es igual o mayor que un valor predeterminado. En este caso, el ángulo de la mariposa TA, por ejemplo, se utiliza como el valor que representa la carga del motor. Se decide si se demanda o no un par motor alto dependiendo de si o no el ángulo de la mariposa TA es igual o mayor que un ángulo predeterminado de decisión TA3 que es cercano a, por ejemplo, un estado totalmente abierto. Esto es, la ECU 92 determina si o no el ángulo de la mariposa TA es igual o mayor que el ángulo predeterminado de decisión TA3 en el proceso de la etapa S1401, y procede a la etapa S1402 cuando se determina que $TA \geq TA_3$.

60 El proceso de la etapa S1402 es para determinar si se cumple o no la demanda de un par motor alto. Cuando la velocidad del motor NE es un valor que coincide con el ángulo de la mariposa TA actual, la demanda de un par motor alto se cumple. En el proceso de la etapa S1402, la ECU 92 determina si o no la velocidad del motor NE es

menor que una velocidad predeterminada de decisión NE3. Cuando $NE < NE3$ o cuando se determina que la demanda de un par motor alto no se cumple, el flujo procede a la etapa S1403. La velocidad de decisión NE3 es un valor teórico para la velocidad del motor NE que se adquiere suponiendo que se proporciona un estado normal en el ángulo de la mariposa TA actual.

La ECU 92 realiza el proceso de corte del aire acondicionado en la etapa S1403, o detiene el acondicionador de aire 45, y finaliza temporalmente esta rutina. Cuando el corte del aire acondicionado se lleva a cabo, desaparece la pérdida de la potencia del motor del acondicionador de aire 45 y la demanda de un par motor alto se cumple de repente, de manera que la velocidad del motor NE se eleva a la velocidad de decisión NE3.

Cuando se produce una decisión negativa en una cualquiera de la etapa S1401 y S1402, el flujo procede a la etapa S1404. Las situaciones para proceder a la etapa S1401 incluyen el caso donde la aceleración del vehículo finaliza y el ángulo de la mariposa TA se hace más pequeño que el ángulo de decisión TA3 y el caso donde la velocidad del motor NE sube a la velocidad de decisión NE3 debido al corte del aire acondicionado. La ECU 92 ejecuta la finalización del corte del aire acondicionado o reinicia el accionamiento del acondicionador de aire 45 en la etapa S1404, y entonces finaliza temporalmente la rutina.

En el proceso de decisión de la etapa S1401, el ángulo real de la mariposa TAr se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en un modo de combustión de carga homogénea y el ángulo virtual de la mariposa TAv se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en el modo de combustión de carga estratificada. Como resulta evidente a partir de lo anterior, en uno cualquiera del modo de combustión de carga homogénea o en el modo de combustión de carga estratificada, el mismo parámetro, el ángulo de la mariposa TA, que representa la cantidad de aire de admisión se utiliza para determinar la carga del motor (par motor). Esto simplifica los experimentos o similares para optimizar un valor umbral (ángulo de decisión TA3) que se utiliza al decidir la carga del motor (par motor). Esto es, debido a que el ángulo de decisión TA3 óptimo respecto al ángulo de la mariposa TA sólo tiene que ser obtenido mediante experimentos o similares, no es necesario realizar experimentos o similares para cada parámetro como en el caso donde los parámetros que se van a utilizar mientras la carga del motor difiera entre el modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea.

(Séptima realización)

La séptima realización de la presente invención se describirá ahora haciendo referencia a las figuras 36 y 37. Esta realización se diferencia de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 en que el ángulo virtual de la mariposa TAv se utiliza en el control de bajada de par motor en el momento de acelerar un vehículo así como en el cálculo de varios valores de control. En consecuencia, sólo las porciones de esta realización que difieran de aquellas de las realizaciones individuales de las figuras 1 a 33 se describirán y la descripción detallada de las porciones que son las mismas que aquellas de las realizaciones de las figuras 1 a 33 se omitirán.

En el motor 1 de la realización, se ejecuta el control de retraso del momento de encendido para retrasar el momento de encendido como el control de bajada de par motor en el modo de aceleración. Mientras el control de retraso del momento de encendido se realiza en el modo de aceleración, se reduce el par motor en el modo de aceleración, evitando de este modo un fuerte impulso del par motor de la aceleración.

Los procedimientos del control de retraso del momento de encendido se describirán haciendo referencia a la figura 37. La figura 37 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de cálculo del retraso del momento de encendido. En el proceso de la etapa S1601, la ECU 92 calcula el momento básico de encendido SABse. Este momento básico de encendido SABse se calcula en base a la presión de admisión prevista PMFWD y la velocidad del motor NE en el modo de combustión de carga homogénea y se calcula en base a la cantidad básica de inyección de combustible Qbse y la velocidad del motor NE en el modo de combustión de carga estratificada. El momento básico de encendido SABse se utiliza al calcular el momento objetivo de encendido SAT en el proceso de la etapa S1605 que se va a describir más adelante. Puesto que el momento objetivo de encendido SAT se calcula, la ECU 92 realiza dicho control para convertir al momento real de encendido en el momento objetivo de encendido SAT en un proceso separado.

Después de que el proceso de la etapa S1601 se ejecute, el flujo procede a la etapa S1602. El proceso de la etapa S1602 es para determinar si el vehículo está acelerando o no en base al ángulo de la mariposa TA. Esto es, la ECU 92 determina si o no el ángulo de la mariposa TA es igual a o mayor que un ángulo predeterminado de decisión TA4 en el proceso de la etapa S1602. El ángulo de decisión TA4 se establece en un valor en base al cual es posible determinar con seguridad que el vehículo está acelerando. En el proceso de la etapa S1602, el ángulo real de la mariposa TAr se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en el modo combustión de carga homogénea y el ángulo virtual de la mariposa TAv se utiliza como el ángulo de la mariposa TA en el modo de combustión de carga estratificada.

5 Cuando $TA \geq TA4$ no se cumple en el proceso de la etapa S1602, el flujo va a la etapa S1605, y cuando $TA \geq TA4$ en el proceso de la etapa S1602, el flujo va a la etapa S1603. El proceso de la etapa S1603 es para determinar si o no el par motor está en un estado de transición, específicamente, si o no un aumento en el par motor en el modo de aceleración es excesivamente grande. Cuando un aumento en el par motor en el modo de aceleración es excesivamente grande, la cantidad de un aumento en el par motor por unidad de tiempo, aumenta. Si o no un aumento en el par motor en el modo de aceleración es excesivamente grande puede ser decidido dependiendo de si o no la cantidad de un aumento en la carga del motor por unidad de tiempo es igual a o mayor que un valor predeterminado.

10 En este caso, el ángulo de la mariposa TA, por ejemplo, se utiliza como un valor que representa la carga del motor. Se determina si o no un aumento en el par motor en el modo de aceleración es excesivamente grande dependiendo de si o no la cantidad de un cambio en la carga del motor por unidad de tiempo, ΔTA , es igual a o mayor que un valor predeterminado de decisión $\Delta TA5$. Esto es, la ECU 92 determina si o no la cantidad de la cantidad de cambio ΔTA es igual a o mayor que el valor de decisión $\Delta TA5$ en el proceso de la etapa S1603, y cuando se determina que $\Delta TA \geq \Delta TA5$, el flujo procede a la etapa S1604.

15 En el proceso de la etapa S1603, la cantidad de un cambio en el ángulo real de la mariposa TAr por unidad de tiempo, se utiliza como la cantidad de cambio ΔTA en un modo de combustión de carga homogénea, y un cambio en el ángulo virtual de la mariposa TAv por unidad de tiempo, se utiliza como la cantidad de cambio ΔTA en un modo de combustión de carga estratificada. Como resulta evidente a partir de lo anterior, en cualquiera del modo de combustión de carga homogénea o modo de combustión de carga estratificada, el mismo parámetro, la cantidad de un cambio en el mismo parámetro por unidad de tiempo, que representa la cantidad de aire de admisión se utiliza para tomar una decisión en el estado de transición de la carga del motor (par motor). Esto simplifica los experimentos o similares para optimizar un valor umbral (ángulo de decisión $\Delta TA5$) que se utiliza al decidir el estado de transición de la carga del motor (par motor). Esto es, debido a que el ángulo de decisión $\Delta TA5$ óptimo respecto a ΔTA que es la cantidad de un cambio en ángulo de la mariposa TA por unidad de tiempo, sólo tiene que ser obtenido mediante experimentos o similares, no es necesario realizar experimentos o similares para cada parámetro como en el caso donde los parámetros que se van a utilizar mientras la carga del motor difiera entre el modo de combustión de carga estratificada y el modo de combustión de carga homogénea.

20 Mientras el flujo procede a la etapa S1604 descrita anteriormente, la ECU 92 establece una cantidad de retraso del momento de encendido K6 que se utiliza en el proceso de la etapa S1605 que se va a describir más adelante en un valor predeterminado δ . La ECU 92 calcula el momento objetivo de encendido SAT al sumar la cantidad de retraso K6 al momento básico de encendido SAbse en el proceso de la etapa posterior S1605, y entonces finaliza temporalmente esta rutina. Cuando se produce una decisión negativa en cualquiera de las etapas S1602 o S1603, el proceso de la etapa S1605 se ejecuta sin pasar por el proceso de la etapa S1604, después de lo cual esta rutina finaliza temporalmente

25 Cuando la cantidad de retraso K6 se establece al valor predeterminado δ en el proceso de la etapa S1604, el momento objetivo de encendido SAT se retrasa por el valor predeterminado δ en el proceso de la etapa S1605 y se lleva a cabo el control de retraso para el momento de encendido. Ejecutar dicho control de retraso para el momento de encendido proporciona una bajada de par motor en el modo de aceleración y puede evitar un fuerte impulso del par motor que sucede debido a un aumento excesivo en el par motor en el modo de aceleración. En el control de retraso para el momento de encendido, el momento de encendido se retrasa temporalmente por la cantidad de retraso K6 (valor predeterminado δ), y entonces la cantidad de retraso K6 se hace gradualmente cercana a 0, de manera que el momento de encendido vuelve gradualmente al original.

30 Los procedimientos de volver el momento retrasado de encendido al original, se describirán haciendo referencia a la figura 36. La figura 36 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina para amortiguar la cantidad de retraso para hacer que la cantidad de retraso K6 se acerque gradualmente a 0. Este diagrama de flujo se ejecuta en una interrupción de, por ejemplo, cada momento predeterminado mediante la ECU 92.

35 En el proceso de la etapa S1502, la ECU 92 establece un valor predeterminado y restado de la cantidad de retraso K6 actual como una nueva cantidad de retraso K6. El proceso de la etapa S1501 reduce gradualmente la cantidad de retraso K6. En el proceso de la siguiente etapa S1502, la ECU 92 determina si o no la cantidad de retraso K6 es menor que 0, y temporalmente finaliza la rutina si no se cumple que $K6 < 0$. Cuando $K6 < 0$, la cantidad de retraso K6 se establece en 0 en el proceso de la etapa S1503, después de lo cual la rutina finaliza temporalmente. Como resulta evidente a partir de lo anterior, después de establecerse al valor predeterminado y, la cantidad de retraso K6 se hace gradualmente más pequeña y se mantiene en 0 después de que alcance 0.

40 Las realizaciones individuales pueden modificarse como sigue.

Un mecanismo de variación de la característica de la válvula diferente al mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27, tal como un mecanismo variador de la cantidad de alzado de la válvula que cambia la cantidad de alzado de la válvula de la válvula de admisión 19, puede estar provisto en el motor 11 en la figura 1. En este caso, es preferible calcular la presión de admisión virtual PMv considerando un cambio en la característica de la válvula de admisión 19, lo cual se produce por el mecanismo variador de la cantidad de alzado de la válvula.

La presente invención puede adaptarse al motor 11 que no está equipado con el mecanismo variador de la distribución de las válvulas 27. En este caso, puesto que la distribución de válvula de la válvula de admisión 19 no necesita ser considerada al calcular la presión de admisión virtual PMv, la carga del motor en la ECU 92 se reduce.

Para calcular la cantidad final de inyección de combustible Qfin, puede utilizarse un parámetro que represente la cantidad de aire de admisión diferente que la presión de admisión, por ejemplo, la propia cantidad de aire de admisión.

La invención puede adaptarse a un motor que conmuta cuatro tipos de modos de combustión, combustión de carga estratificada, combustión de carga estratificada ligera, combustión pobre de carga homogénea y combustión estequiométrica de carga homogénea. En este caso, el coeficiente corrector de modo Kmode se establece en un valor diferente para cada modo de combustión. Esto es, en el modo de combustión donde la relación aire – combustible de la mezcla aire – combustible es grande, el coeficiente corrector de modo Kmode se establece como un valor pequeño. La combustión pobre de carga homogénea es el modo de combustión donde con el combustible en la mezcla aire – combustible mezclada uniformemente con el aire, la mezcla aire – combustible quema en una relación aire – combustible mayor que la relación aire – combustible estequiométrica. La combustión de carga estratificada ligera es un modo de combustión entre la combustión pobre de carga homogénea y la combustión de carga estratificada.

En la realización de las figuras 17 a 24, después de que se calcule el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 en base a la diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv, el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 puede hacerse que se acerque gradualmente a 1,0. En este caso, puesto que el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 vuelve a 1,0, corregir la cantidad de inyección de combustible puede evitar adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor incluso cuando la diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv difiere dependiendo del área de funcionamiento del motor 11.

El ritmo de un cambio en el momento de hacer que el coeficiente corrector de la cantidad de inyección K1 se acerque gradualmente a 1,0, puede cambiarse de acuerdo a, por ejemplo, la diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv. En este caso, es posible evitar más adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor.

En la realización de las figuras 17 a 24, los ritmos de cambio en el momento de hacer que la cantidad correctora del momento de encendido K2 y la cantidad correctora de la abertura de la mariposa K3 se acerquen gradualmente a 0, pueden variar de acuerdo con, la diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv a fin de evitar más adecuadamente que tenga lugar un escalón en el par motor. En este caso, el valor predeterminado a2 utilizado en el proceso de la etapa S508 de la figura 20 y el valor predeterminado a3 utilizado en el proceso de la etapa S608 de la figura 23, cambian de acuerdo con la diferencia entre la presión de admisión prevista PMFWD y la presión de admisión virtual PMv.

Aunque el momento de encendido y el ángulo de la mariposa se corrigen en dicha manera para cancelar un escalón en el par motor en la realización de las figuras 17 a 24, la cantidad de inyección de combustible puede corregirse en lugar de o además de la corrección, eliminando de este modo un escalón en el par motor.

En la realización de las figuras 17 a 24, el contador de retraso de la conmutación C puede establecerse en un valor fijado.

El ángulo virtual de la mariposa TAv puede utilizarse en el control de la transmisión, el control del control de cruce para mantener la velocidad del motor estacionaria o el denominado control VSC (control de estabilidad del vehículo) o similar para no deslizar o similar las ruedas. En lugar del ángulo virtual de la mariposa TAv, la presión de admisión virtual PMv puede utilizarse en varias clases de controles de motor como un valor que represente la carga del motor.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control para un motor (11) que obtiene potencia al quemar una mezcla de aire y combustible en una cámara de combustión (16), en el que el motor (11) tiene un pedal de aceleración (25) y una válvula de mariposa (23) para ajustar una cantidad de aire de admisión a la cámara de combustión (16), y el motor (11) conmuta un modo de combustión entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada, comprendiendo el dispositivo de control:
unos medios de control (92), que realizan un procedimiento de control que depende de una carga que actúa sobre el motor (11), en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control (92) controlan la válvula de mariposa (23) en base a una cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25) y realizan el procedimiento de control dependiendo de la carga del motor (11) al utilizar una de la presión y la cantidad de aire de admisión como un parámetro, el dispositivo de control estando caracterizado por:
unos medios de computación (92), en el que, en base a una cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25) cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, los medios de computación (92) calculan, como un parámetro virtual (PMv, TAv), una de la presión y la cantidad de aire de admisión obtenidos en la suposición de que la combustión de carga homogénea se ejecute con esa cantidad de manipulación, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, los medios de control (92) realizan el procedimiento de control dependiendo de la carga del motor (11) al utilizar el parámetro virtual (PMv, TAv).
2. El dispositivo de control según la reivindicación 1, en el que, en base a la cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25) cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, los medios de computación (92) calculan, como un ángulo virtual de la mariposa, un grado de abertura de la válvula de mariposa (23) obtenido con la suposición de que se ejecuta la combustión de carga homogénea con esa cantidad de manipulación, y los medios de computación (92) calculan además el parámetro virtual (PMv, TAv) en base al ángulo virtual de la mariposa.
3. El dispositivo de control según la reivindicación 2, en el que los medios de computación (92) calculan el ángulo virtual de la mariposa considerando un retraso en la respuesta del ángulo de la mariposa respecto a la manipulación del pedal de aceleración (25) cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea.
4. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control (92) calculan un valor de control que se establece de acuerdo con una carga del motor (11) en base al parámetro, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, los medios de control (92) calculan el valor de control en base al parámetro virtual (PMv, TAv), y en el que los medios de control (92) controlan el motor (11) en base al valor de control calculado.
5. El dispositivo de control según la reivindicación 4, en el que el valor de control es una cantidad de inyección de combustible.
6. El dispositivo de control según la reivindicación 5, en el que los medios de control (92) calculan la cantidad de inyección de combustible considerando la diferencia entre un rendimiento de combustión de la combustión de carga estratificada y un rendimiento de combustión de la combustión de carga homogénea.
7. El dispositivo de control según la reivindicación 6, en el que los medios de control (92) corrigen la cantidad calculada de inyección de combustible en base a la presión atmosférica.
8. El dispositivo de control según la reivindicación 4, en el que el parámetro se adquiere en base a un valor realmente medido, la diferencia entre el parámetro y el parámetro virtual (PMv, TAv) corresponde a la diferencia entre un par motor (11) de combustión de carga homogénea y un par motor (11) de combustión de carga estratificada, y los medios de control (92) tienen además unos medios de corrección para corregir el valor de control para eliminar la diferencia entre los respectivos pares motor (11) de los modos de combustión.
9. El dispositivo de control según la reivindicación 8, en el que los medios de corrección corrigen el valor de control en base a la diferencia entre el parámetro y el parámetro virtual (PMv, TAv) cuando el modo de combustión se conmuta entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada.
10. El dispositivo de control según la reivindicación 8, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de corrección calculan, además del parámetro, el parámetro virtual (PMv, TAv) en base a una cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25), y en el que los medios de corrección corrigen el valor de control en base a la diferencia entre el parámetro virtual (PMv, TAv) y el parámetro.
11. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control (92) determinan si o no el parámetro es mayor que un valor

umbral predeterminado, en el que, cuando la combustión de carga estratificada se ejecuta, los medios de control (92) determinan si o no el parámetro virtual (PMv, TAv) es mayor que un valor umbral predeterminado, y en el que los medios de control (92) controlan el motor (11) en base a los resultados de esas determinaciones.

5 12. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un accesorio a accionarse por el motor (11) se acopla al motor (11), en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control (92) determinan si o no el parámetro es mayor que un valor umbral predeterminado, en el que, cuando la combustión de carga estratificada se ejecuta, los medios de control (92) determinan si o no el parámetro virtual (PMv, TAv) es mayor que un valor umbral predeterminado, y en el que los medios de control (92) controlan el accesorio en base a los resultados de esas determinaciones.

10 13. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando se ejecuta la combustión de carga homogénea, los medios de control (92) determinan si o no un cambio en el parámetro es mayor que un valor umbral predeterminado, en el que, cuando la combustión de carga estratificada se ejecuta, los medios de control (92) determinan si o no un cambio en el parámetro virtual (PMv, TAv) es mayor que un valor umbral predeterminado, y en el que los medios de control (92) controlan el motor (11) en base a los resultados de esas determinaciones.

15 14. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, el motor (11) tiene una válvula de admisión y un mecanismo variable para cambiar una característica de válvula de la válvula de admisión, en el que los medios de computación (92) calculan, como una característica virtual de válvula, la característica de válvula suponiendo que se ejecuta la combustión de carga homogénea con la cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25) cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, y en el que los medios de computación (92) calculan el parámetro virtual (PMv, TAv) considerando la característica virtual de válvula.

20 15. Método de control para un motor (11) que obtiene potencia al quemar una mezcla de aire y combustible en una cámara de combustión (16), en el que el motor (11) tiene un pedal de aceleración (25) y una válvula de mariposa (23) para ajustar una cantidad de aire de admisión a la cámara de combustión (16), y el motor (11) conmuta un modo de combustión entre la combustión de carga homogénea y la combustión de carga estratificada, comprendiendo el método de control:
 25 controlar la válvula de la mariposa (23) en base a una cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25), cuando la combustión de carga homogénea se ejecuta; y
 realizar un procedimiento de control que depende de una carga que actúa sobre el motor (11) al utilizar una de la presión y la cantidad de aire de admisión como un parámetro, cuando la combustión de carga homogénea se
 30 ejecuta, el método de control estando caracterizado por:
 calcular, en base a una cantidad de manipulación del pedal de aceleración (25) cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada, como un parámetro virtual (PMv, TAv), una de la presión y la cantidad de aire de admisión obtenidas en la suposición de que la combustión de carga homogénea se ejecute con esa cantidad de manipulación;
 y
 35 realizar el procedimiento de control dependiendo de la carga del motor (11) al utilizar el parámetro virtual (PMv, TAv) cuando se ejecuta la combustión de carga estratificada.

Fig.1

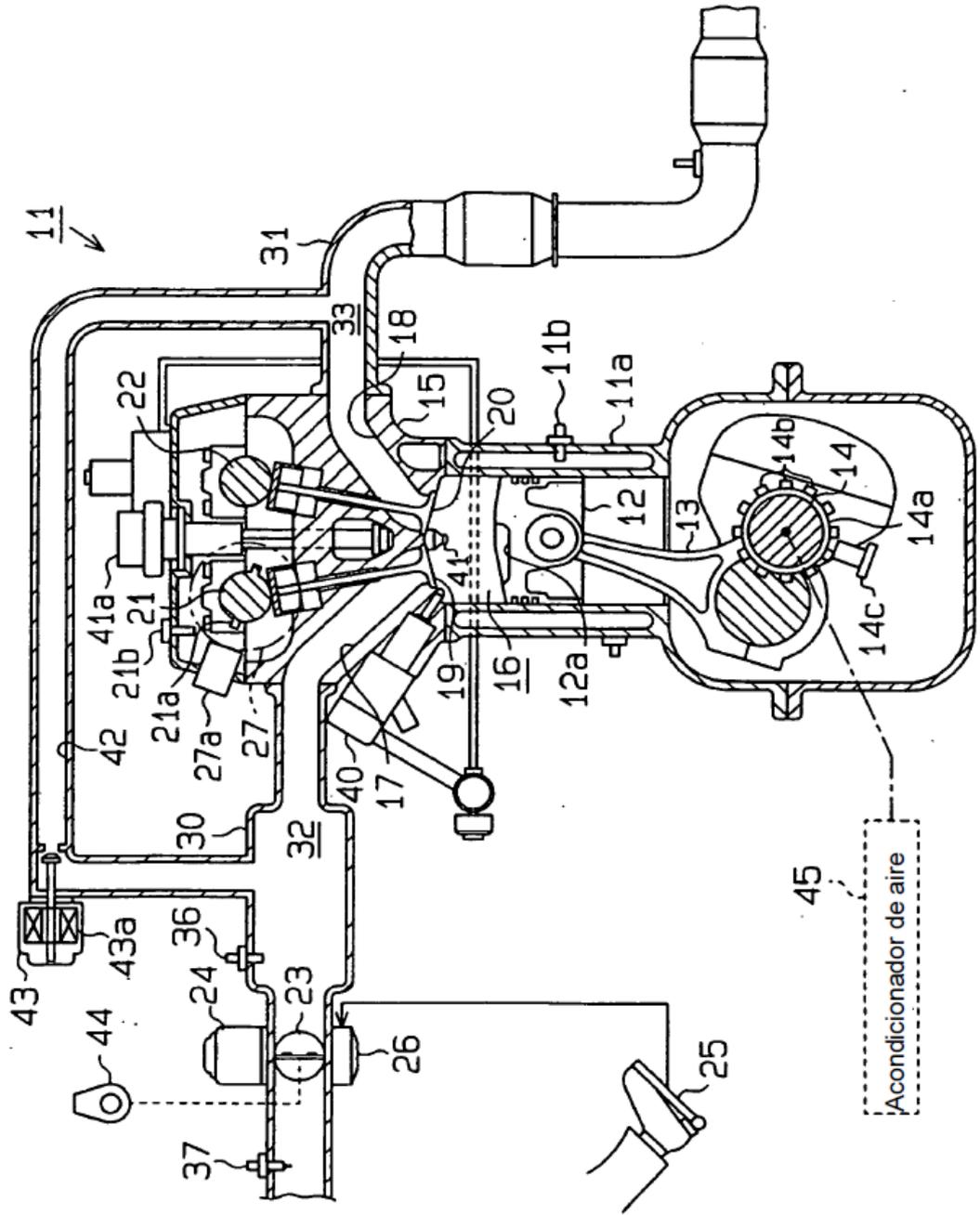


Fig.2

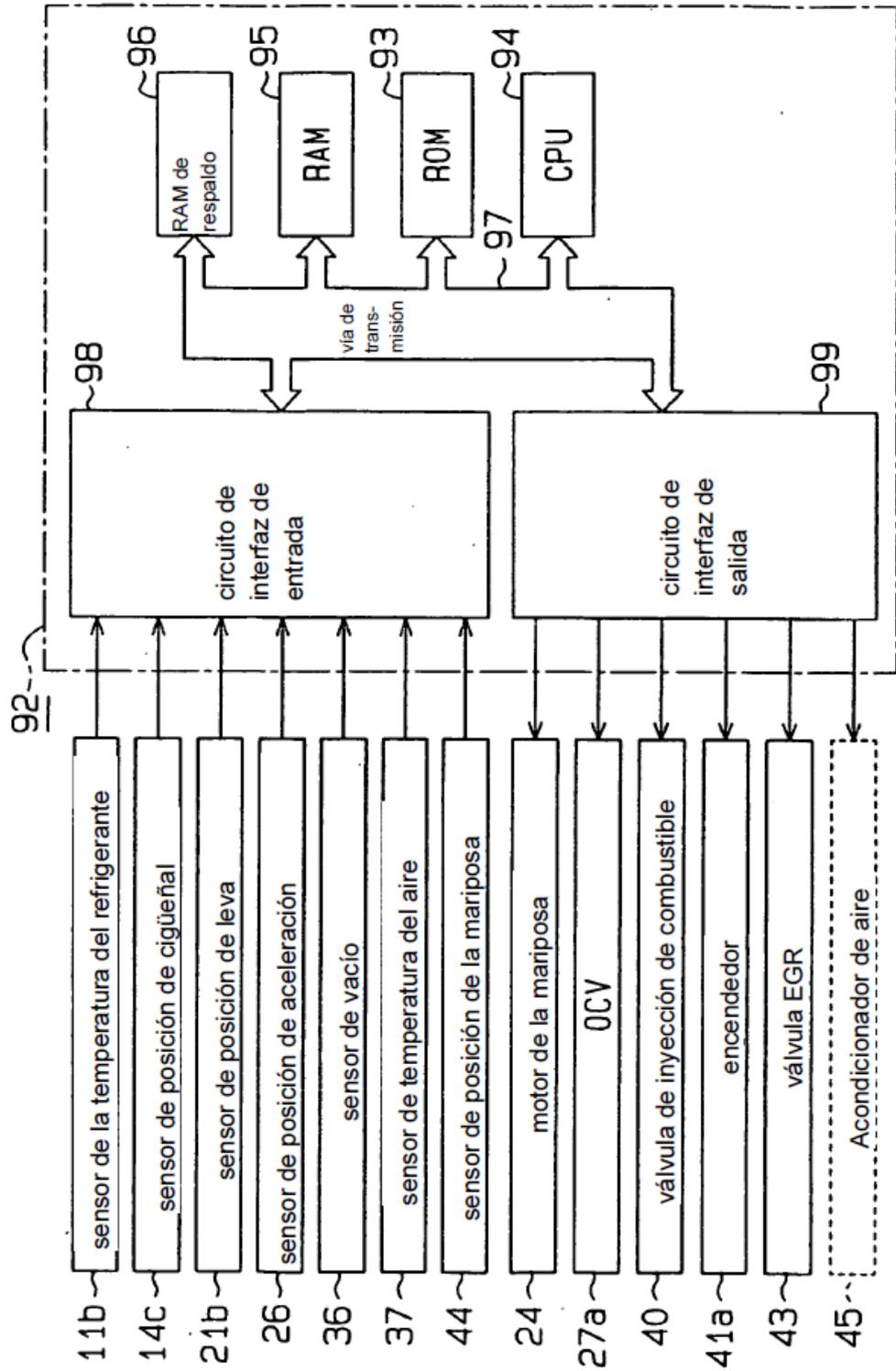


Fig.3

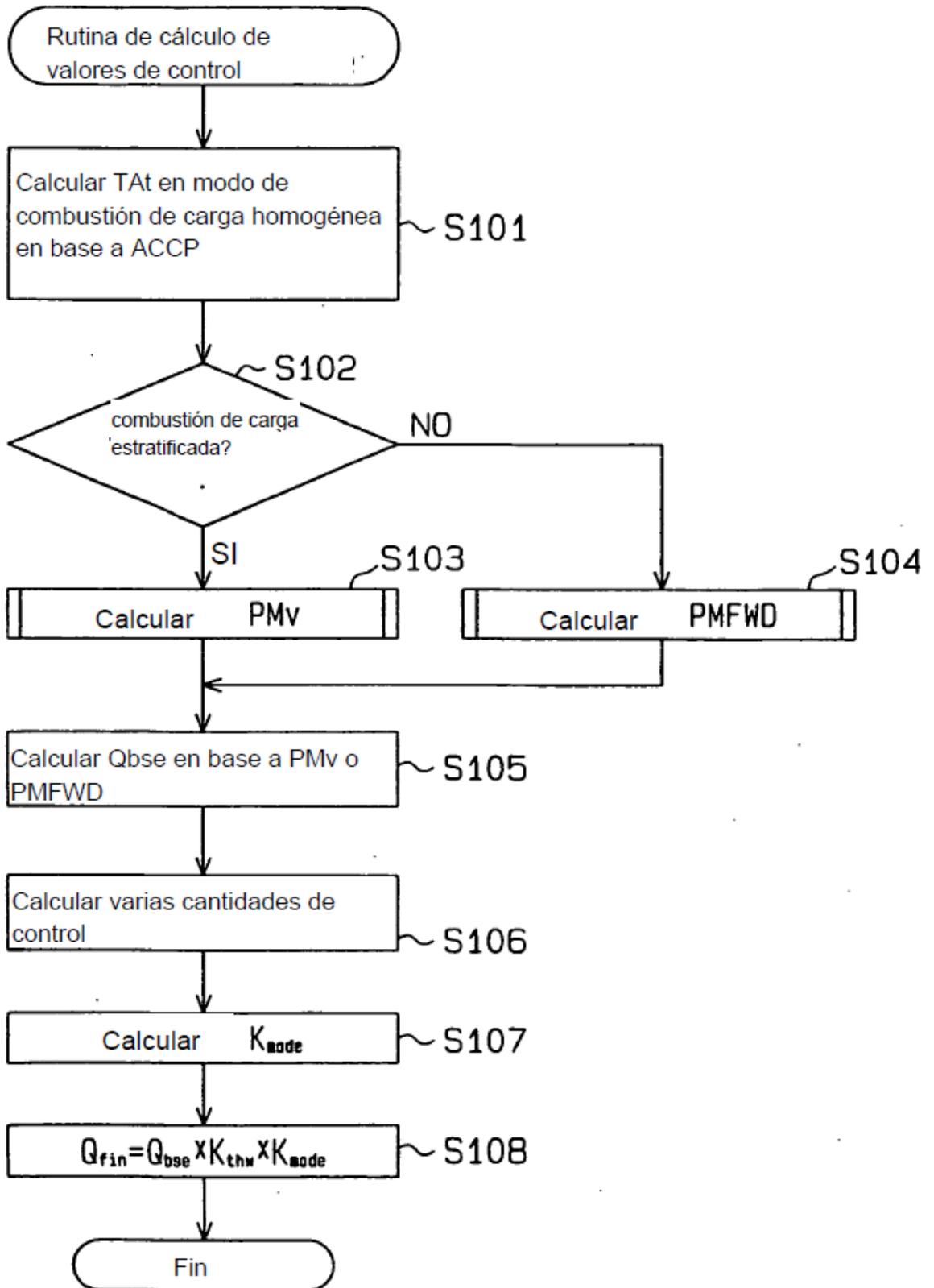


Fig.4

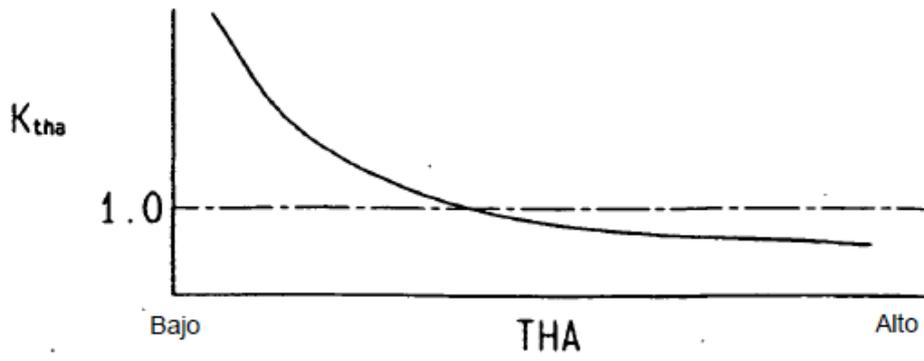


Fig.5

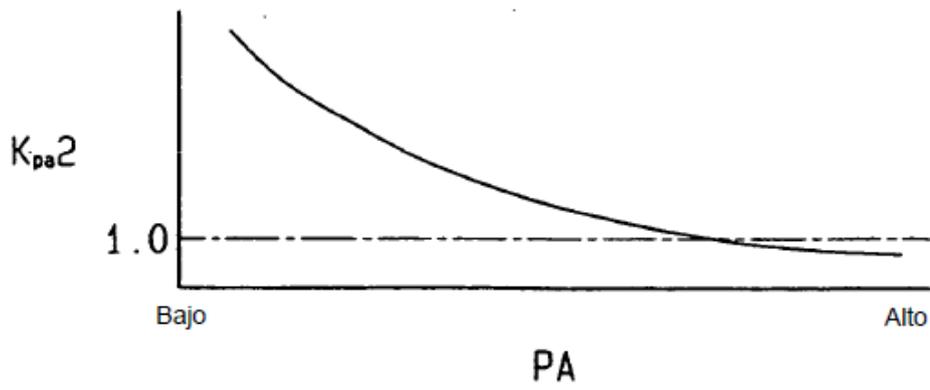


Fig.6

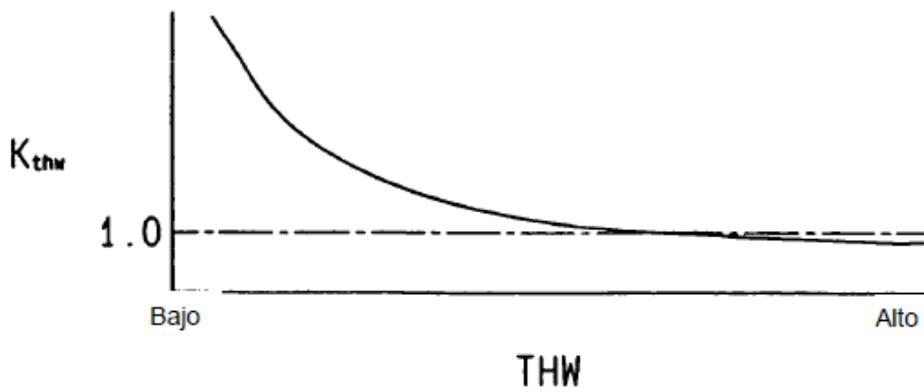


Fig.7

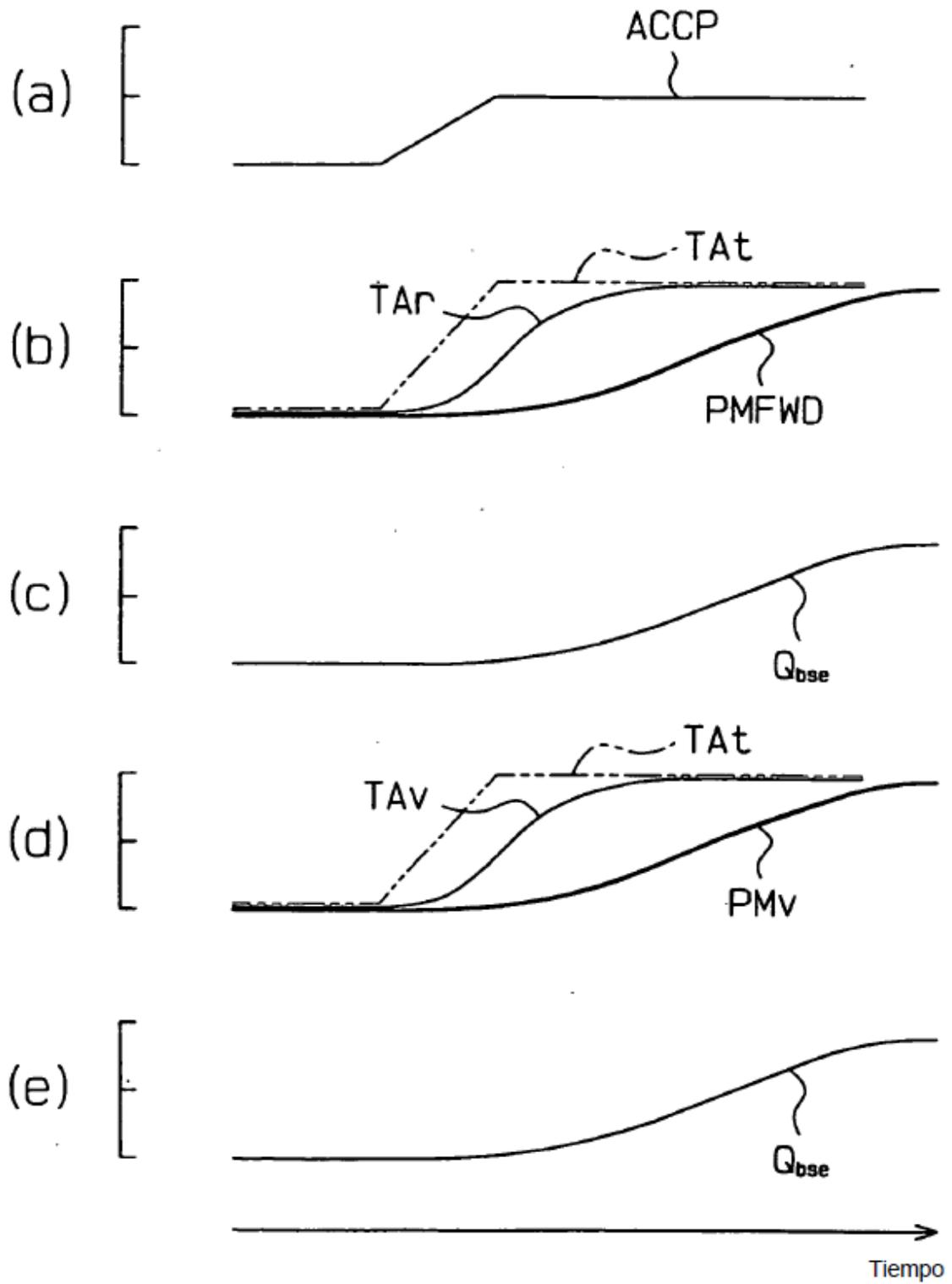


Fig. 8

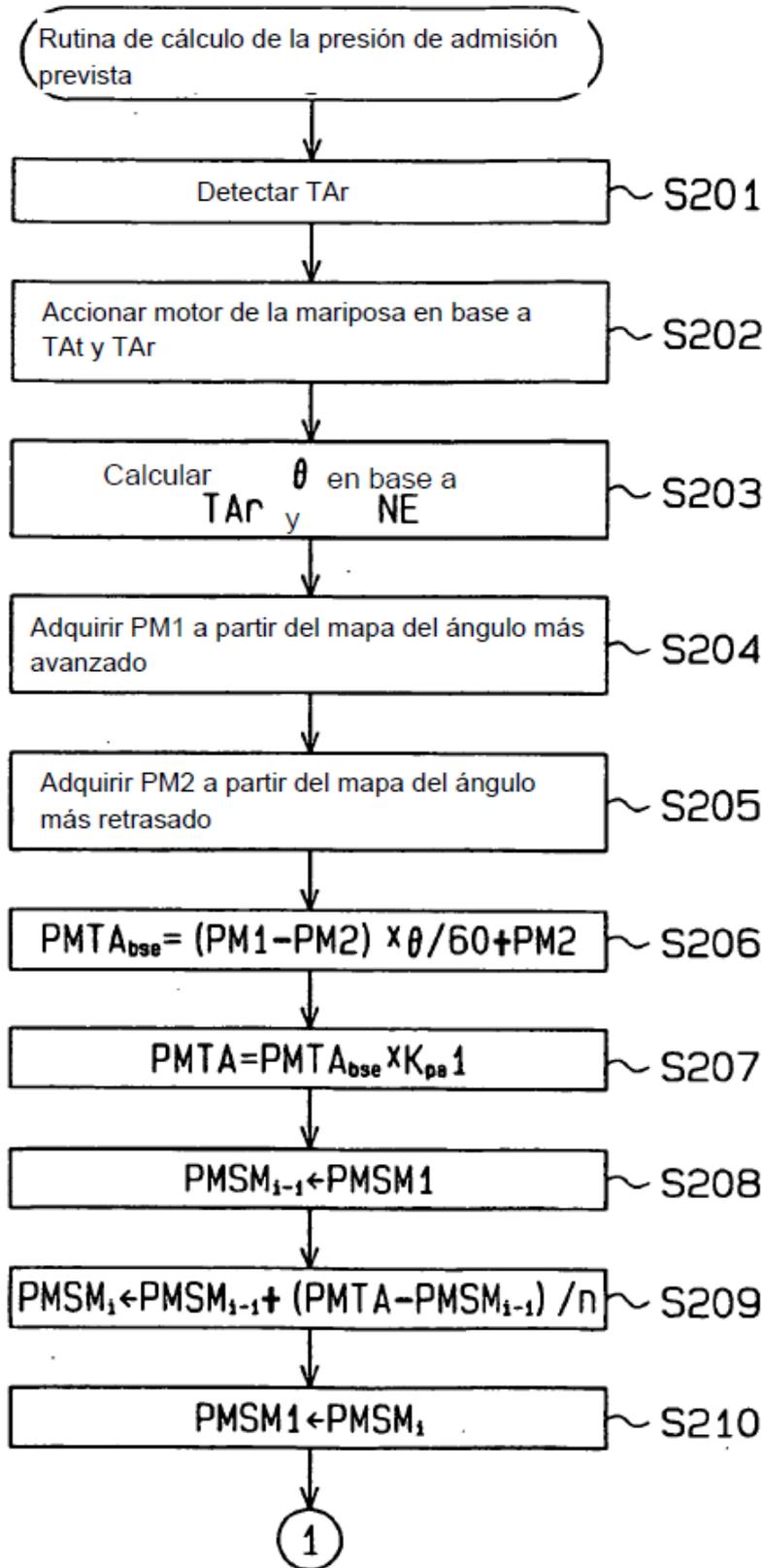


Fig. 9

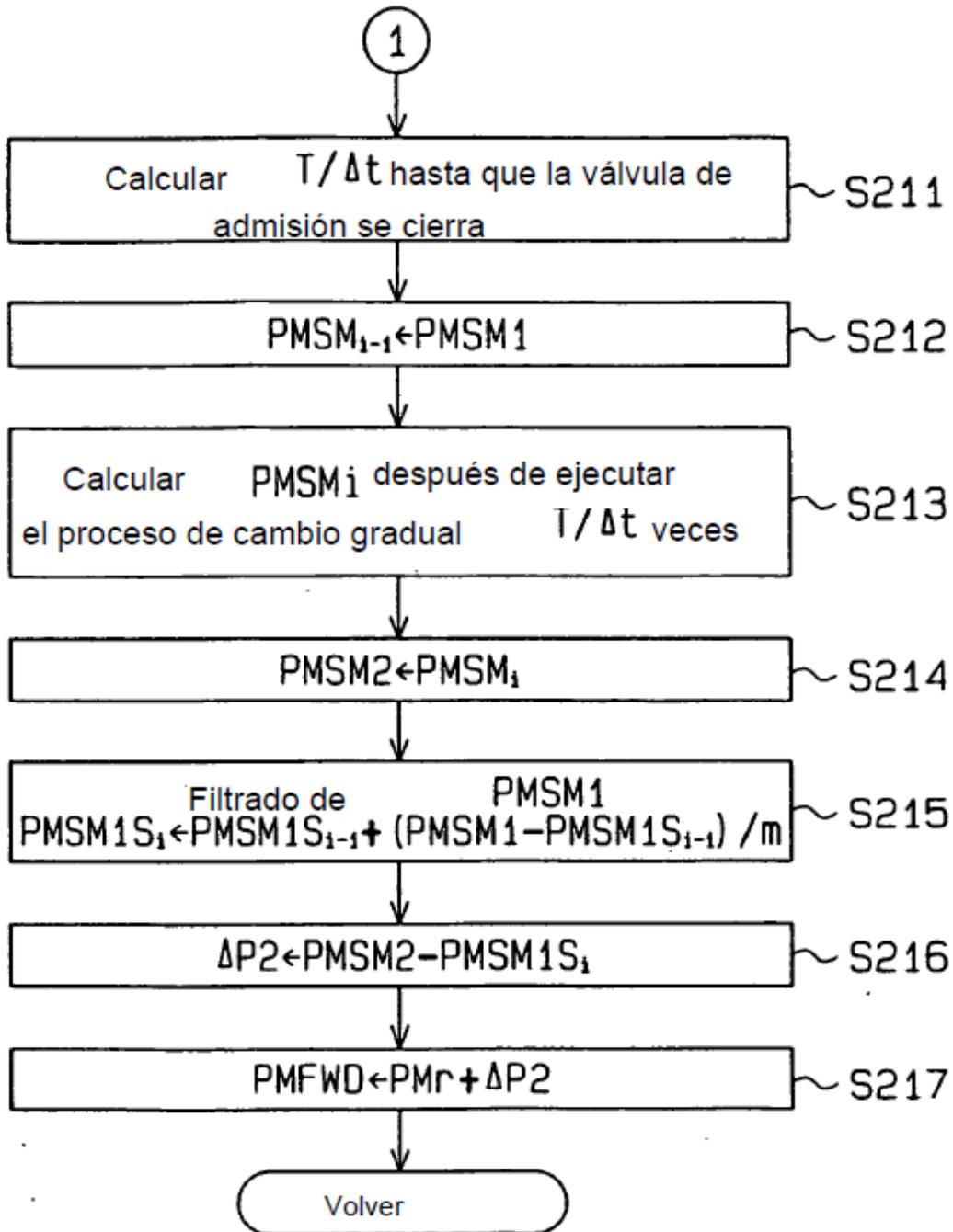


Fig.10

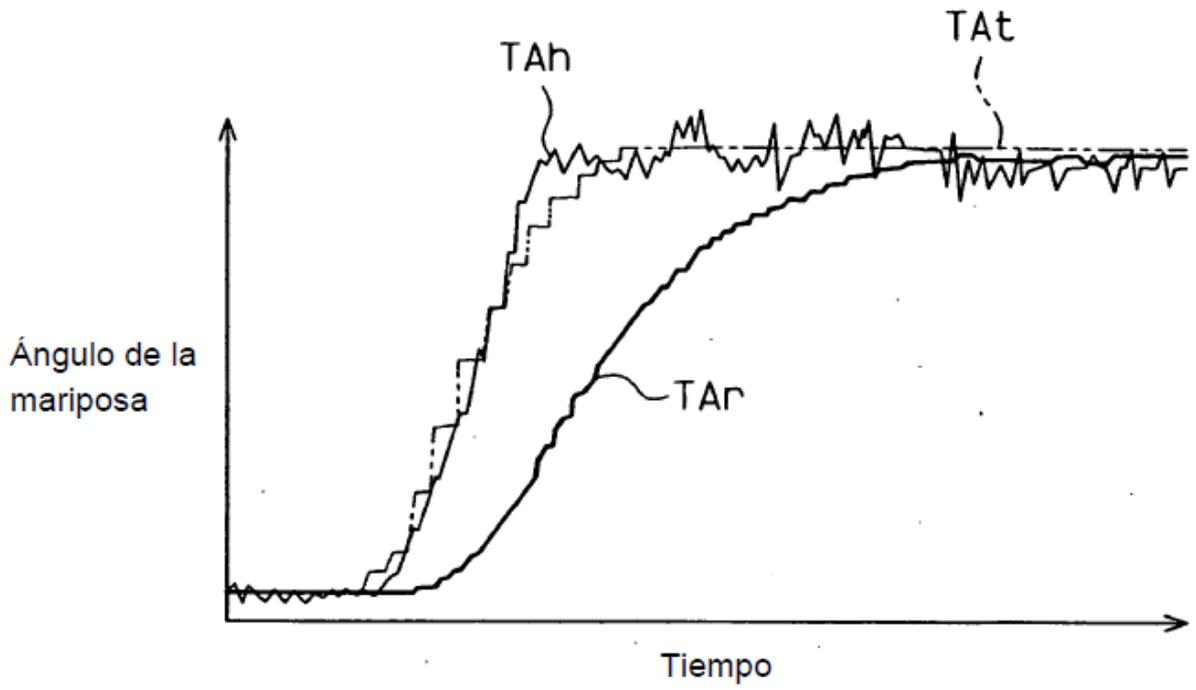


Fig.11

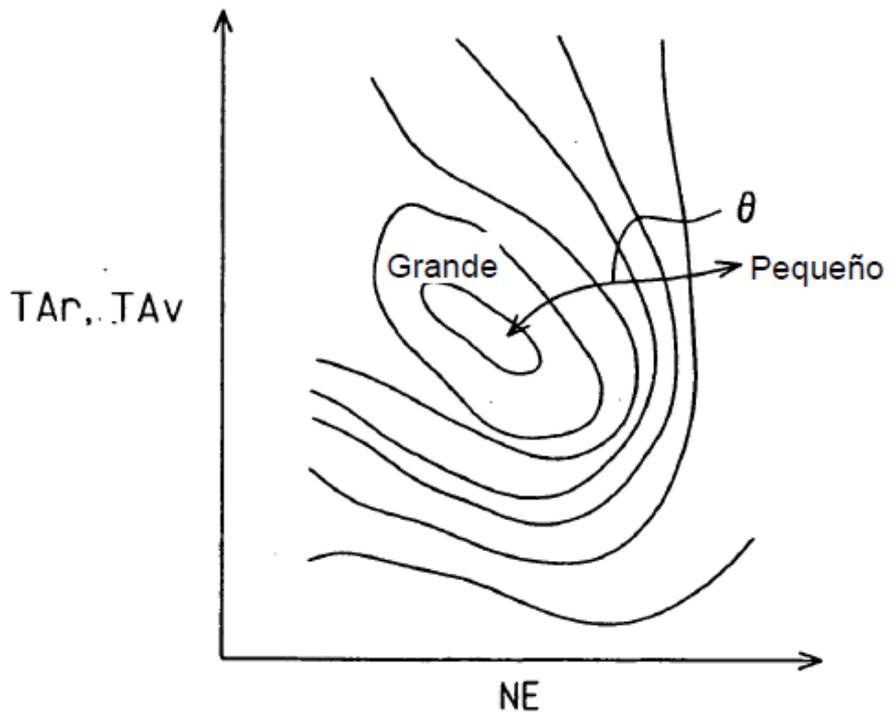


Fig.12

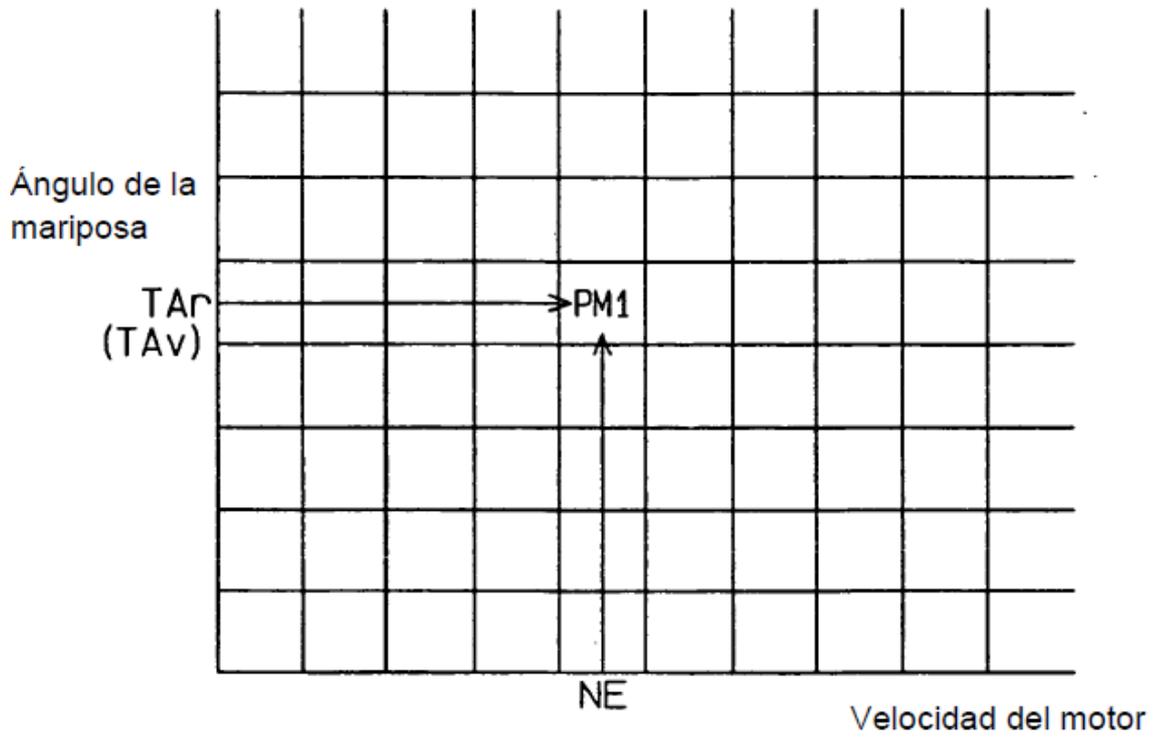


Fig.13

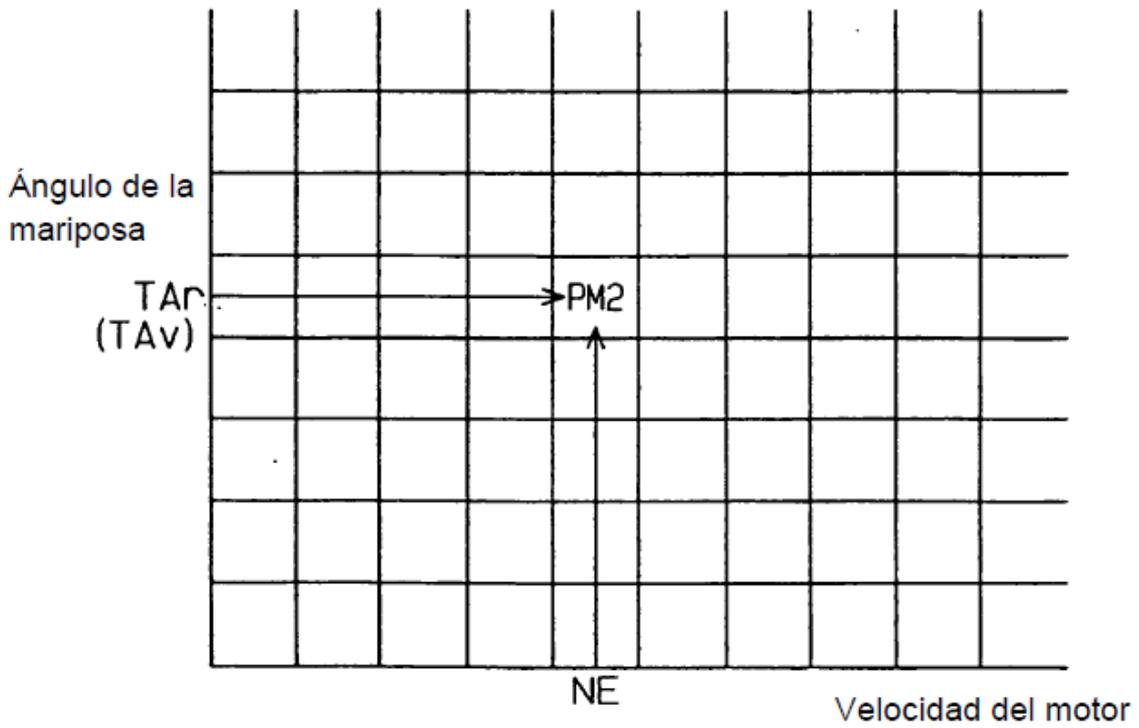


Fig.14

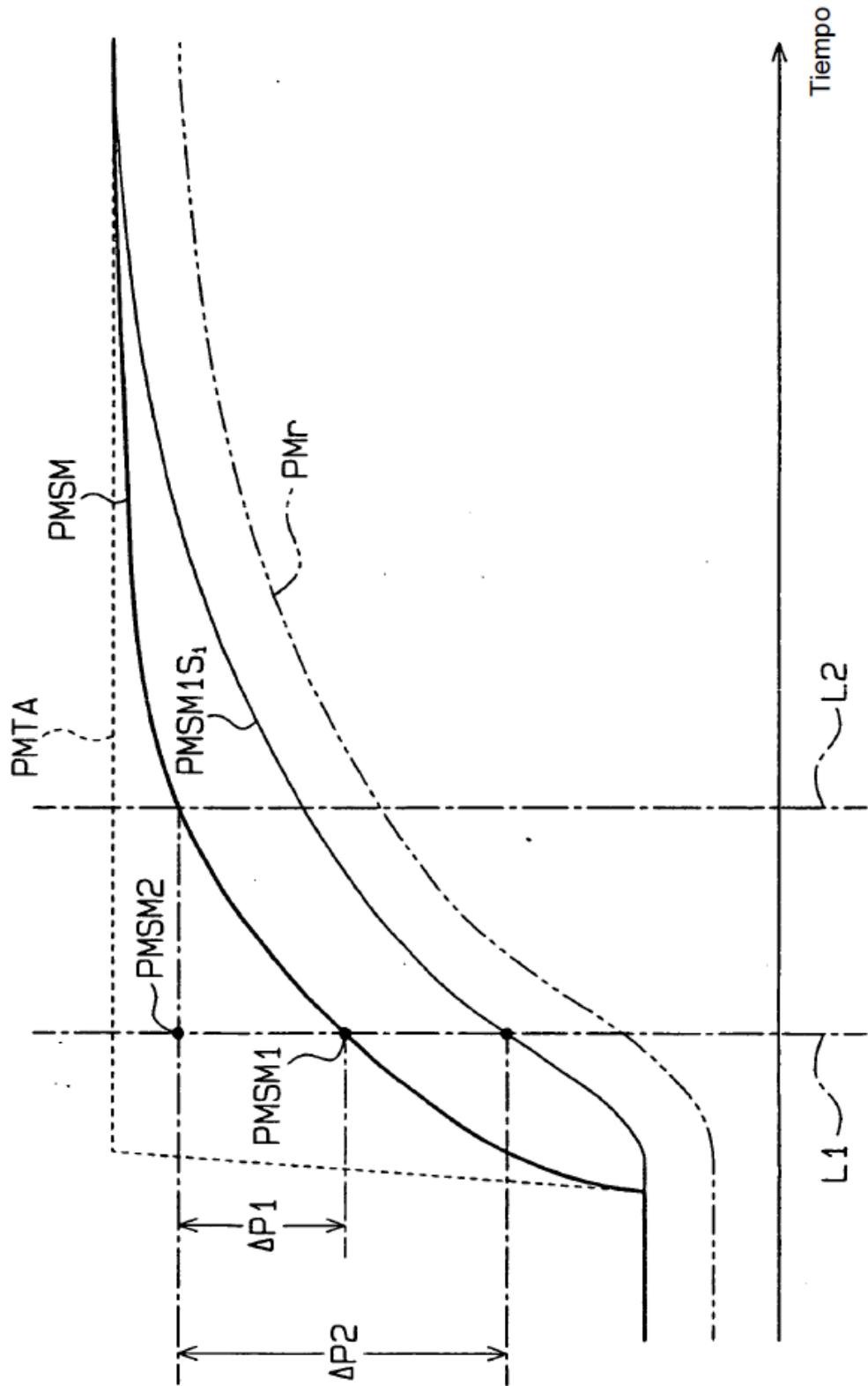


Fig.15

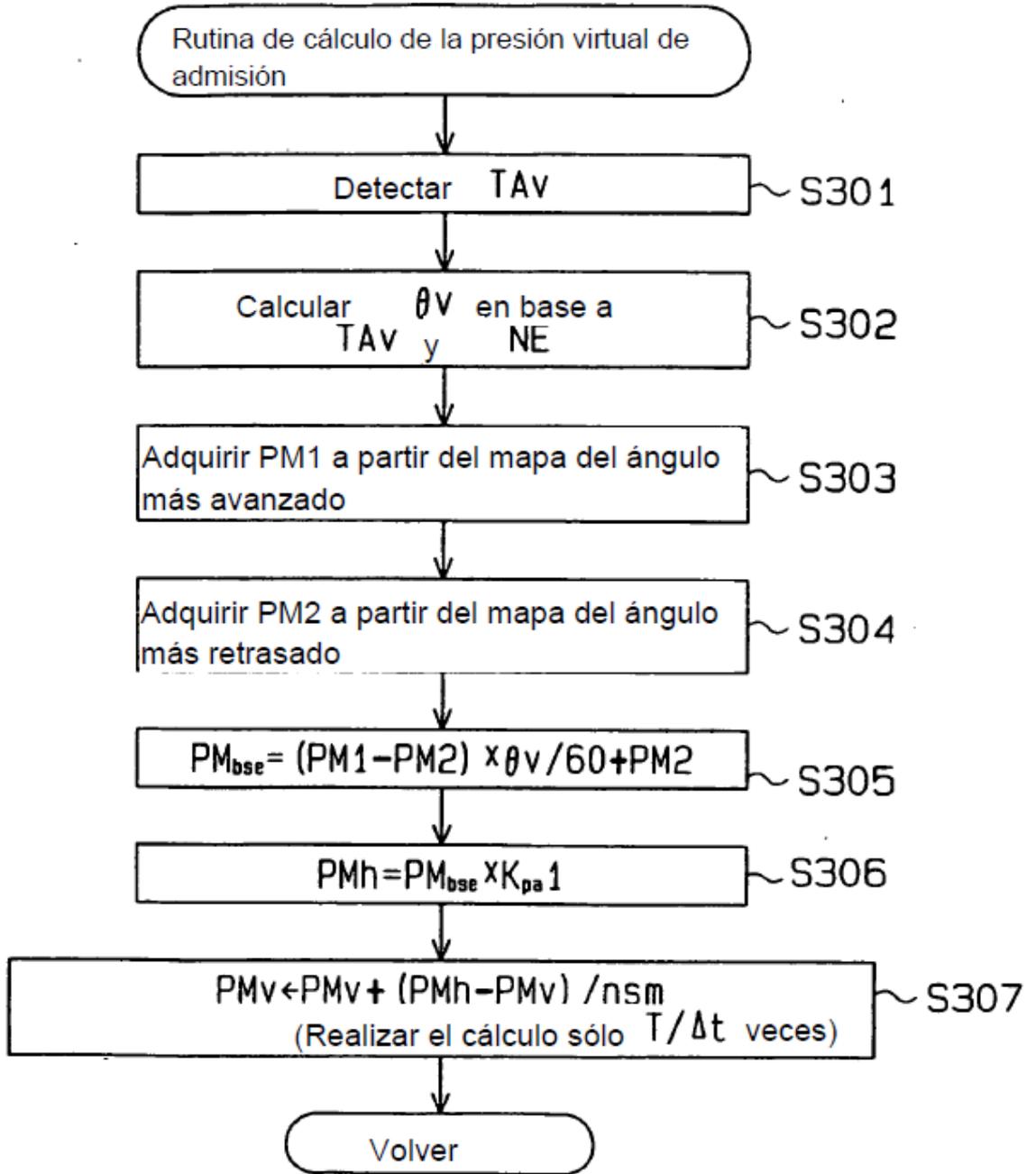


Fig.16

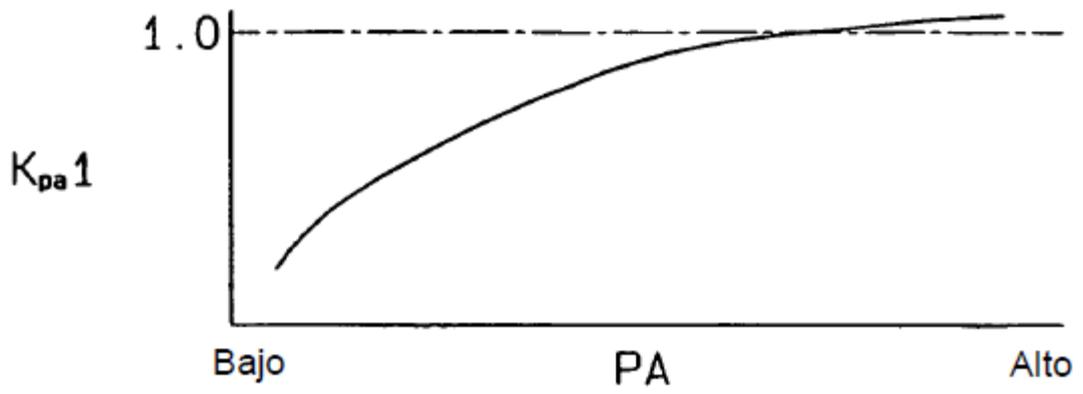


Fig.17

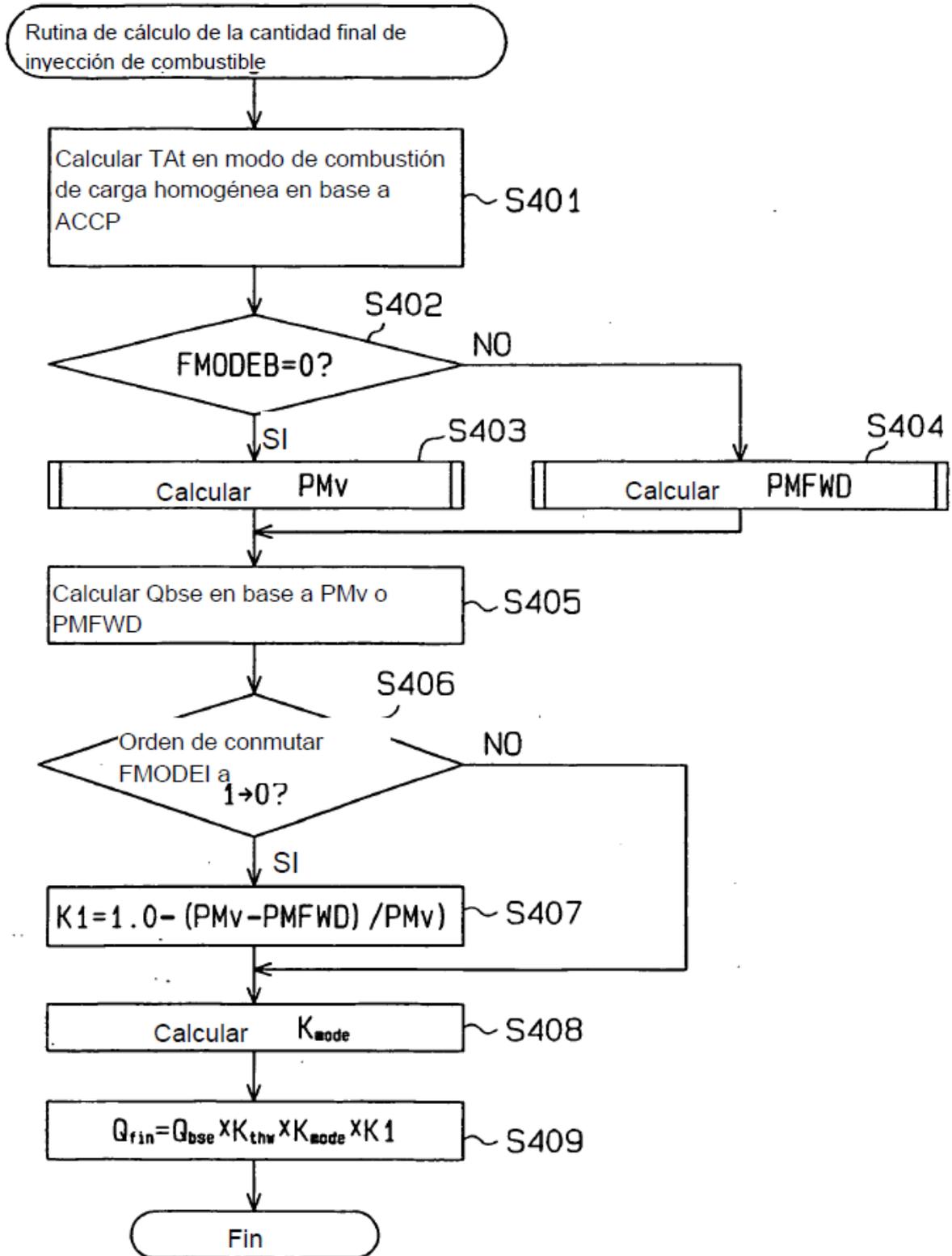


Fig.18

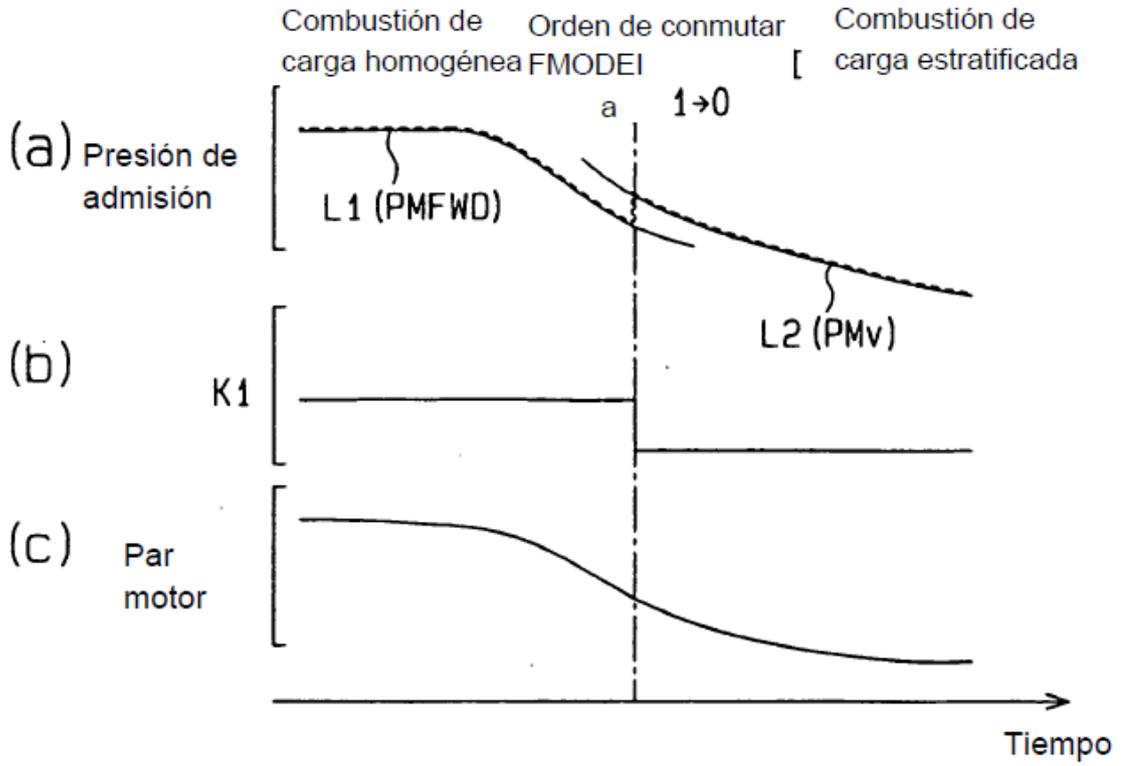


Fig.19

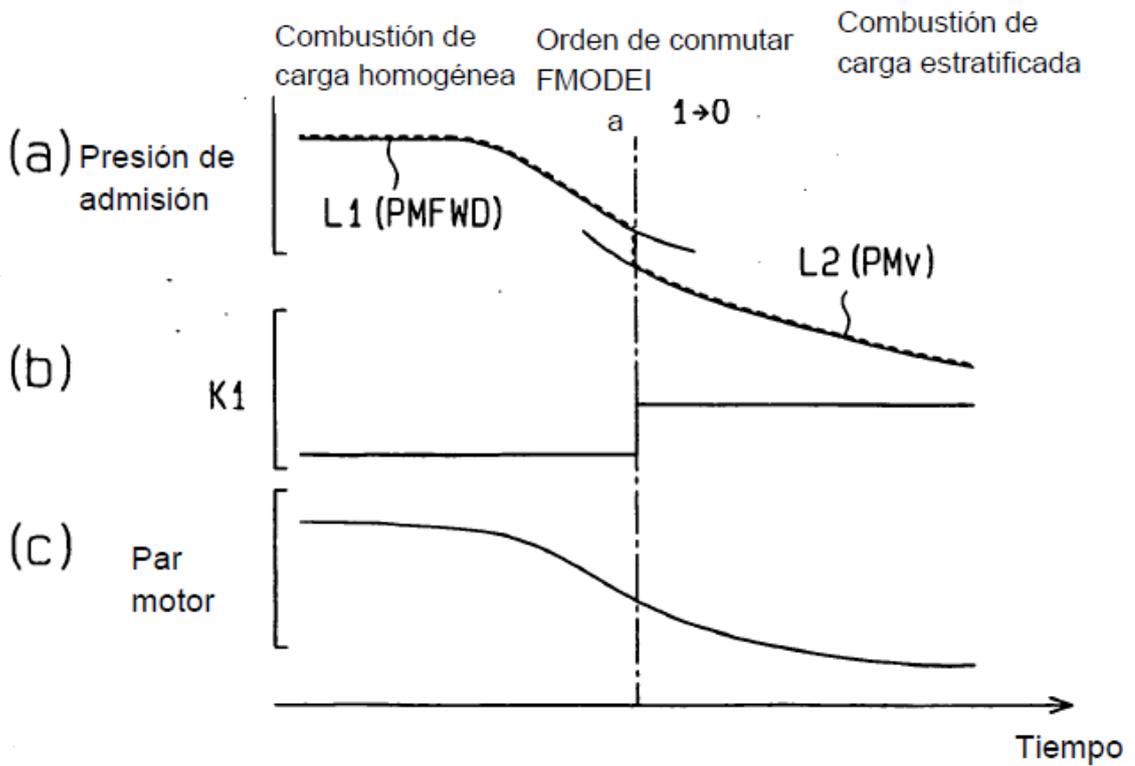


Fig. 20

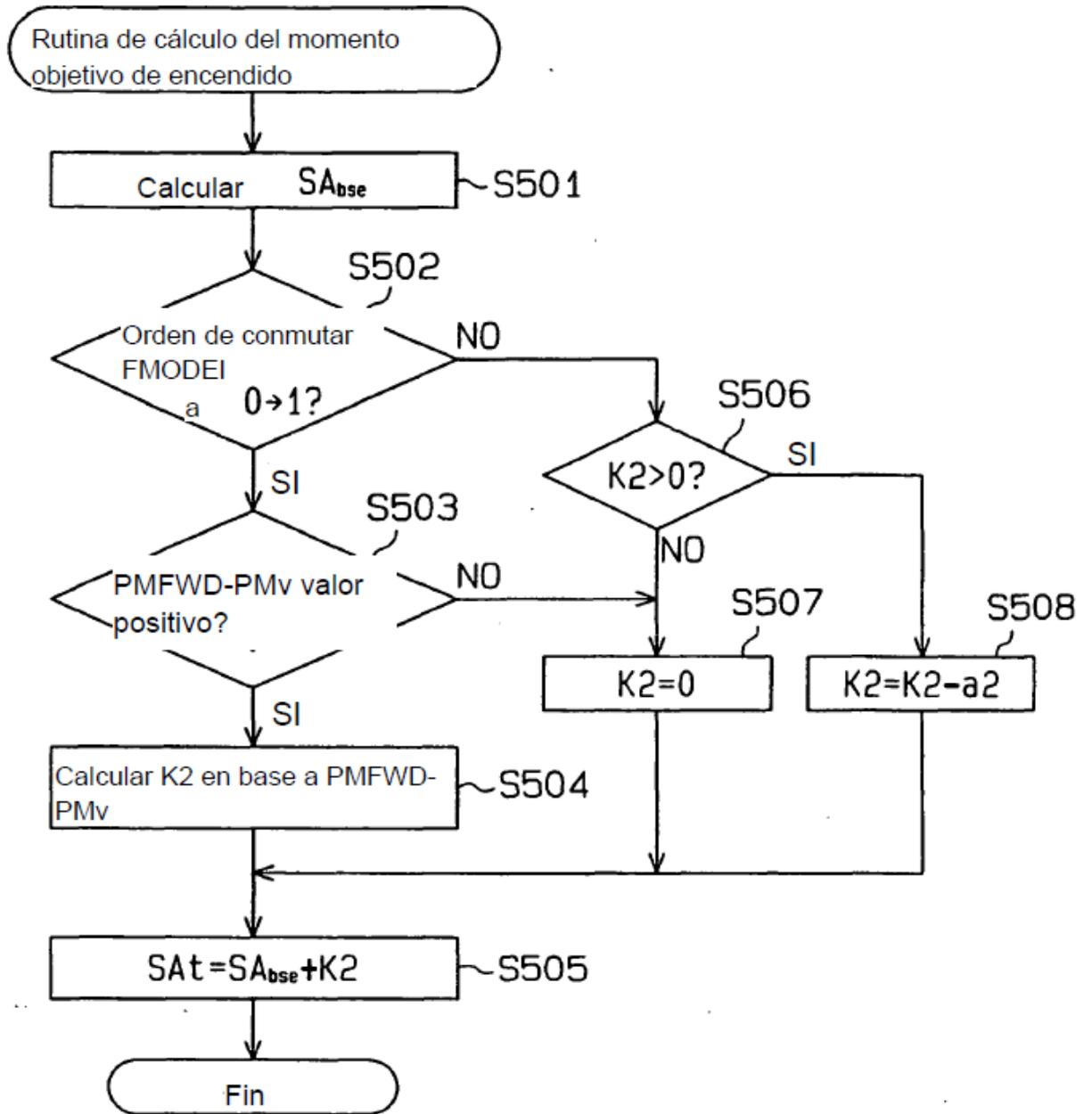


Fig.21

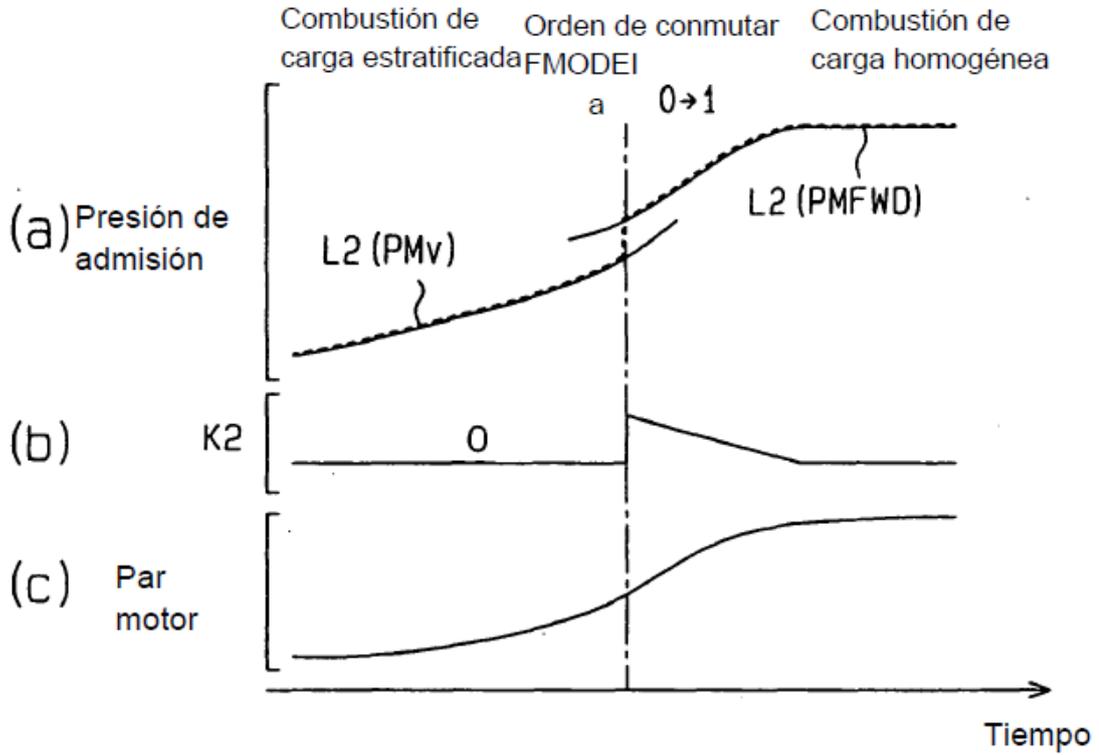


Fig.22

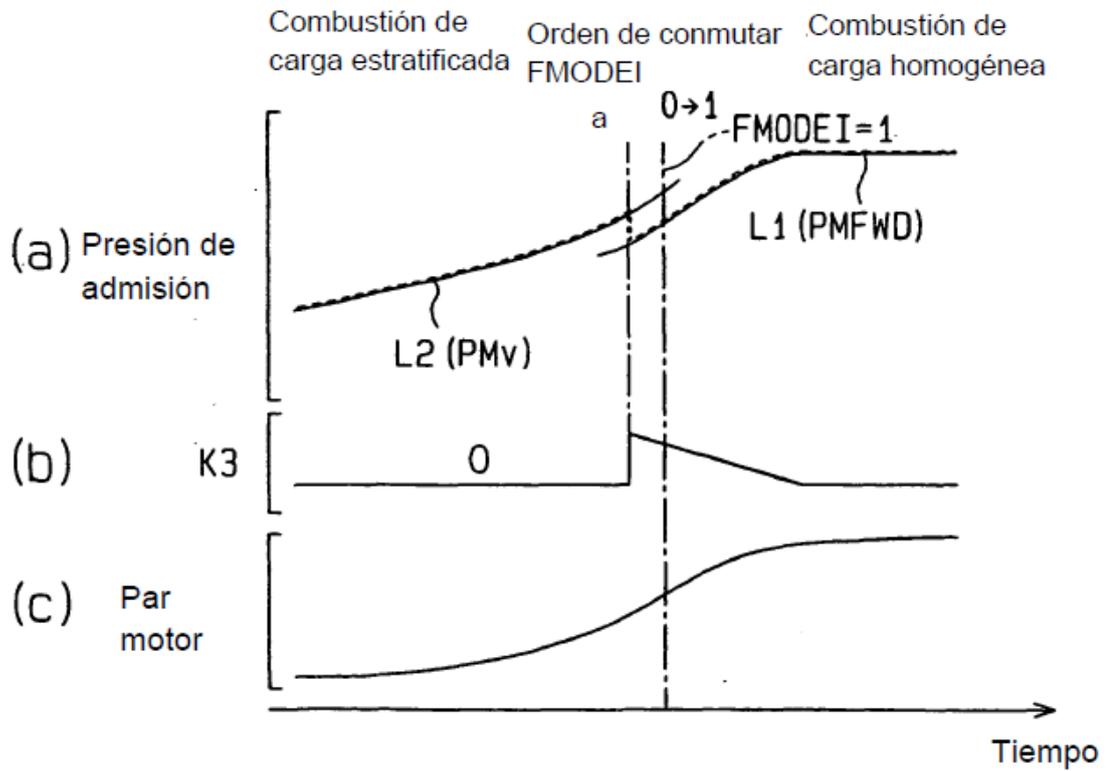


Fig.23

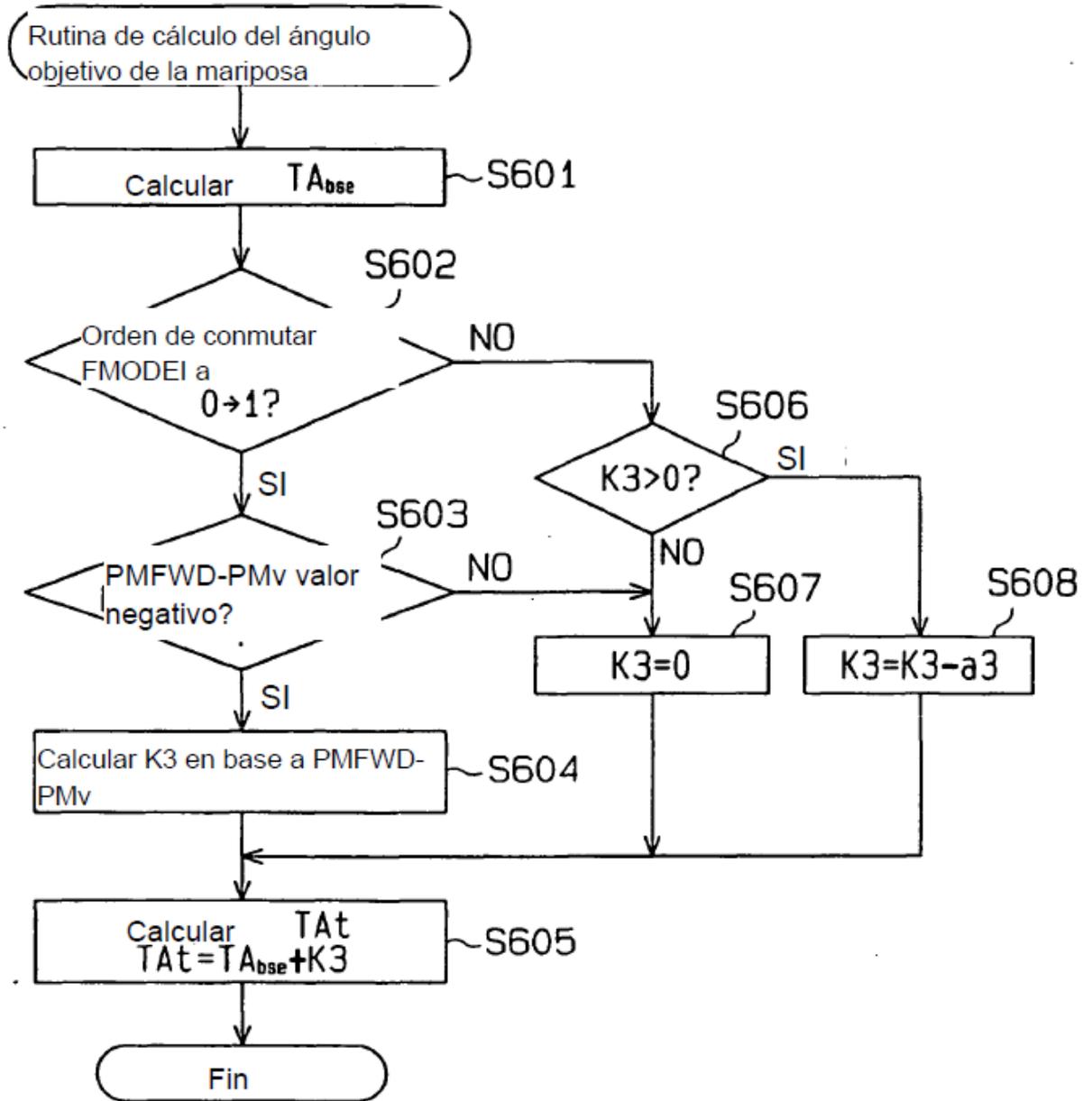


Fig.24

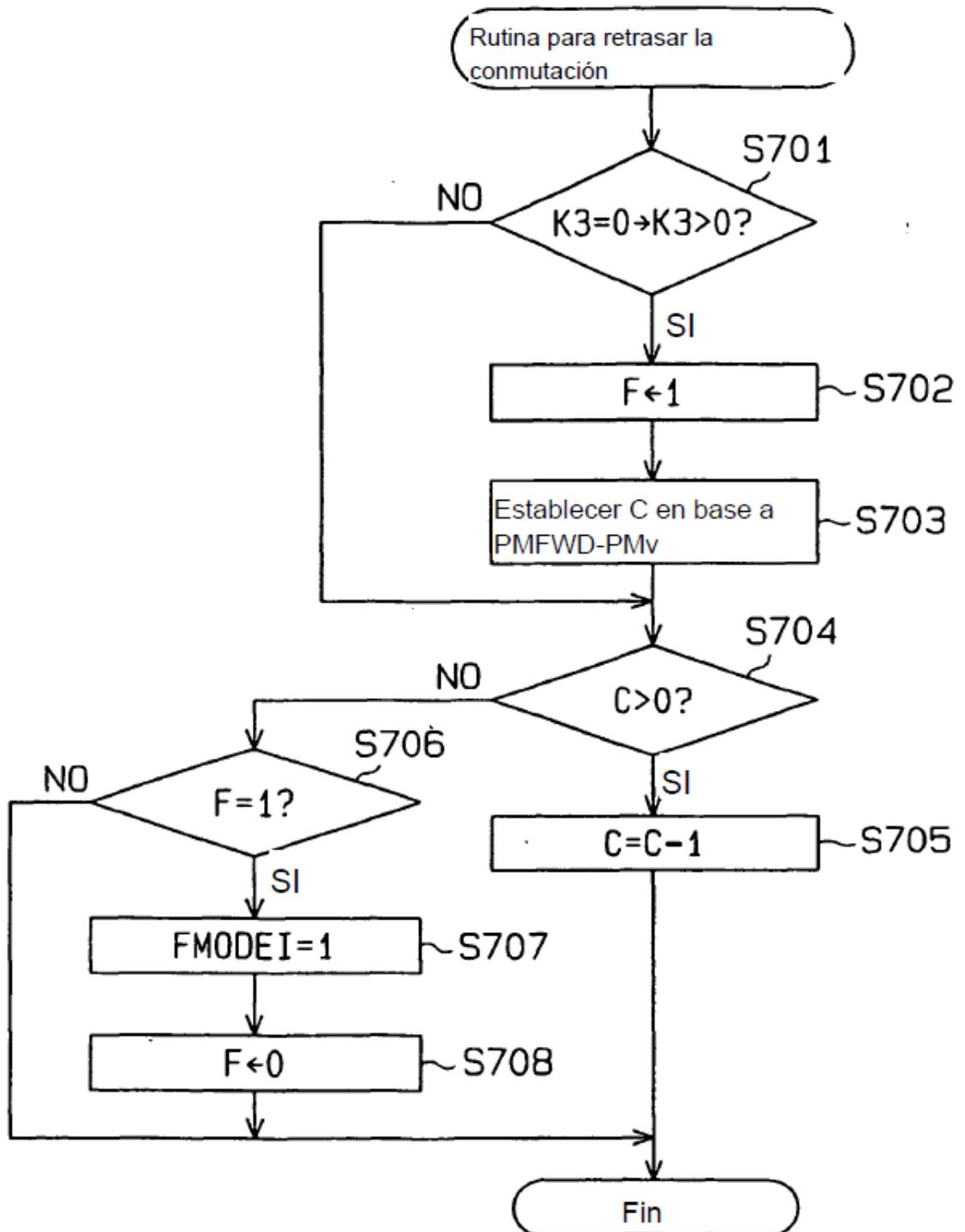


Fig. 25

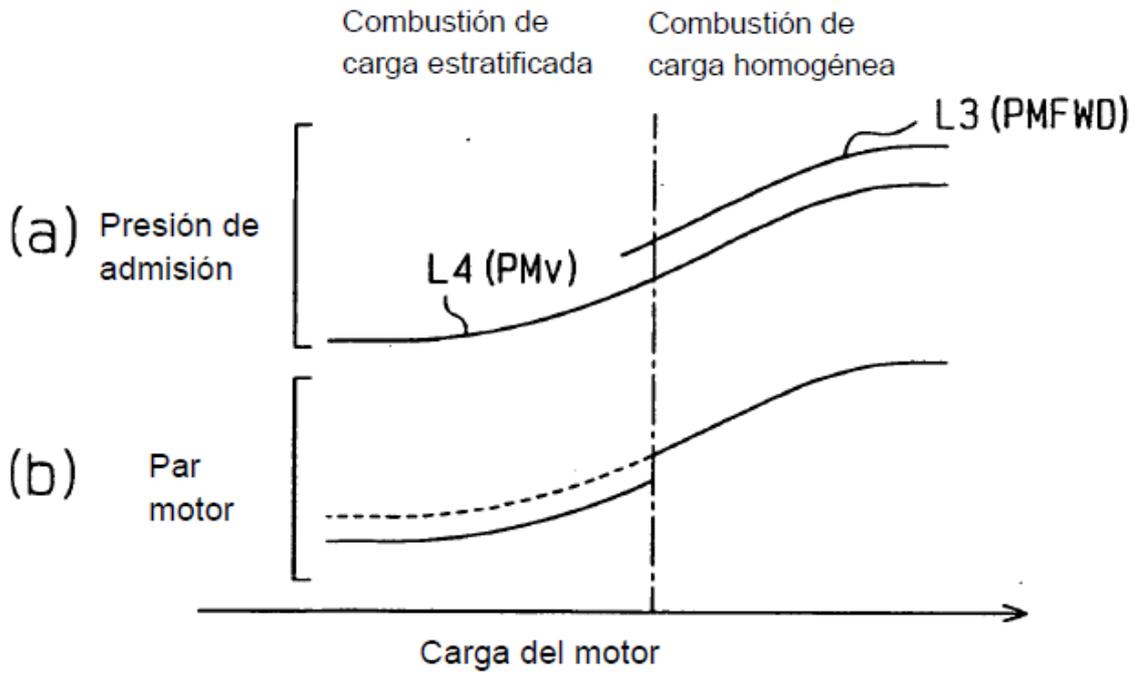


Fig. 26

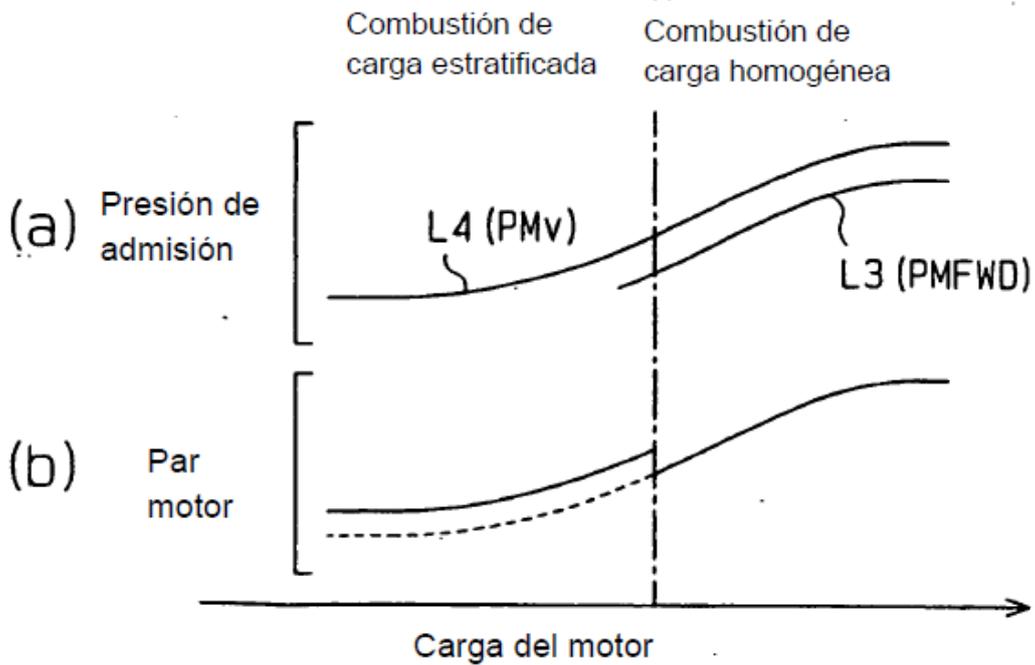


Fig.27

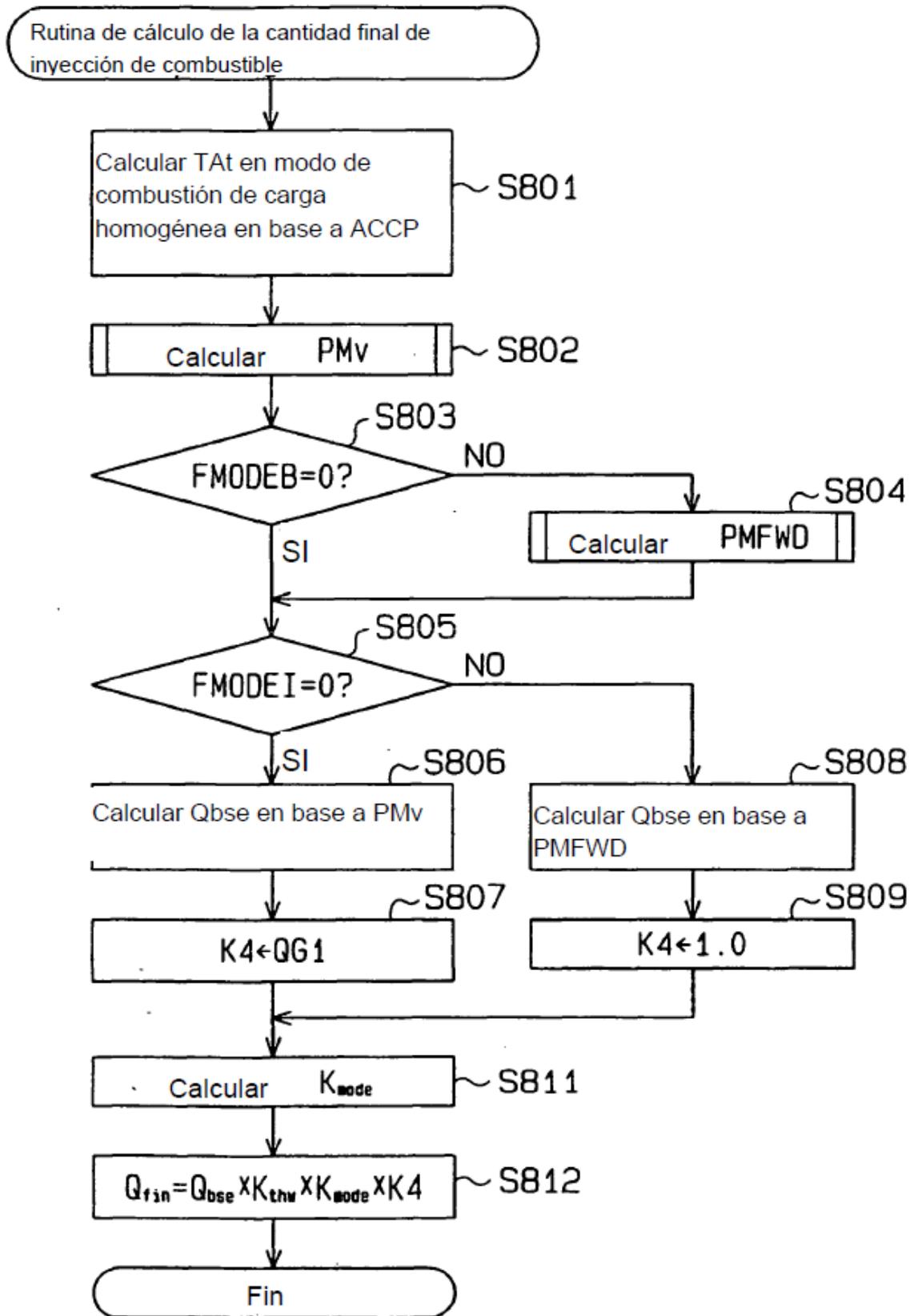


Fig. 28

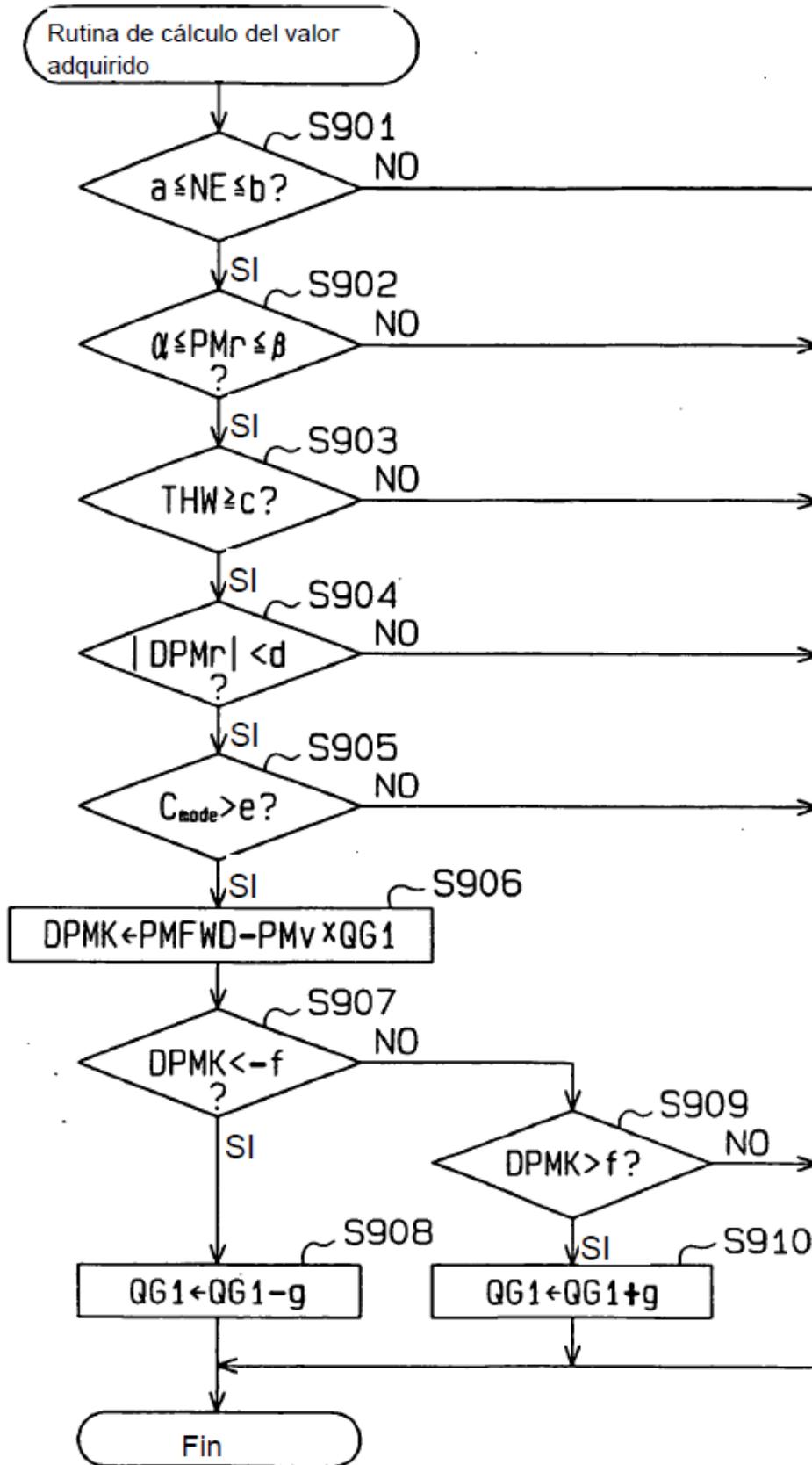


Fig. 29

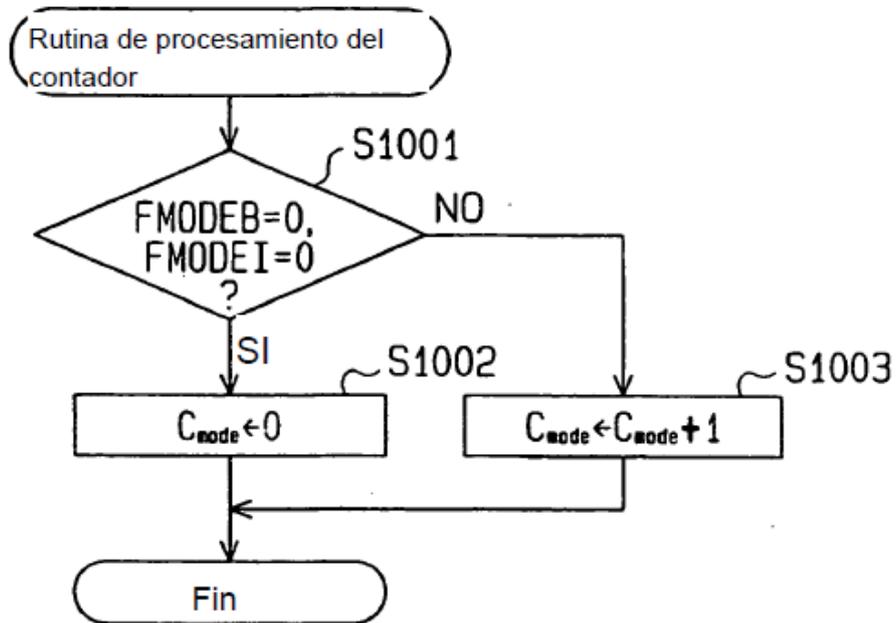


Fig. 30

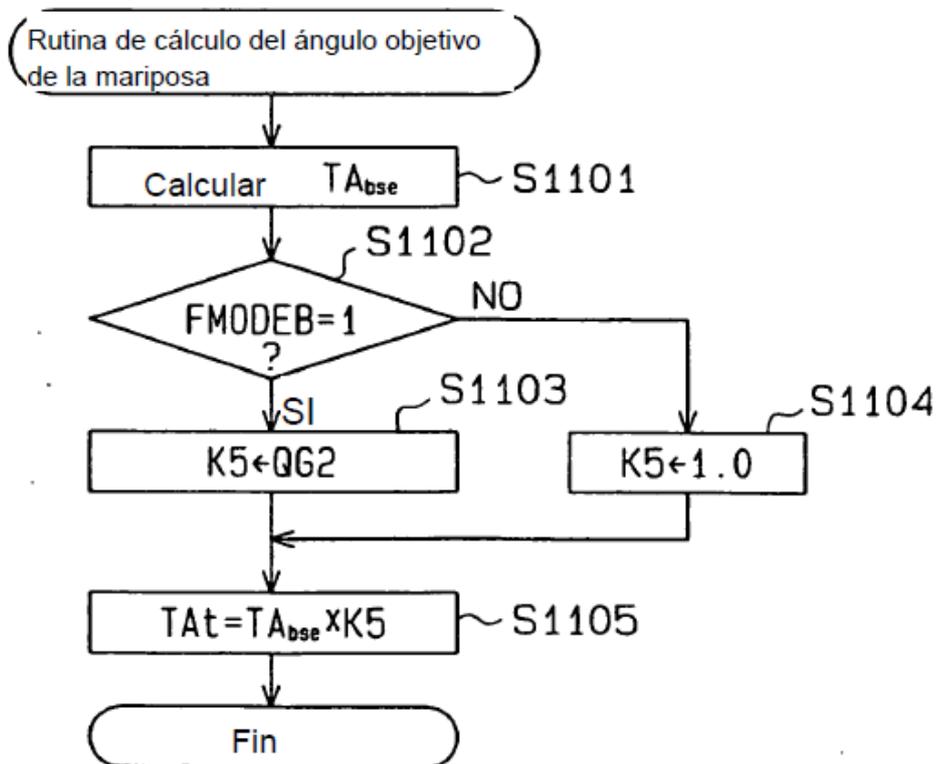


Fig.31

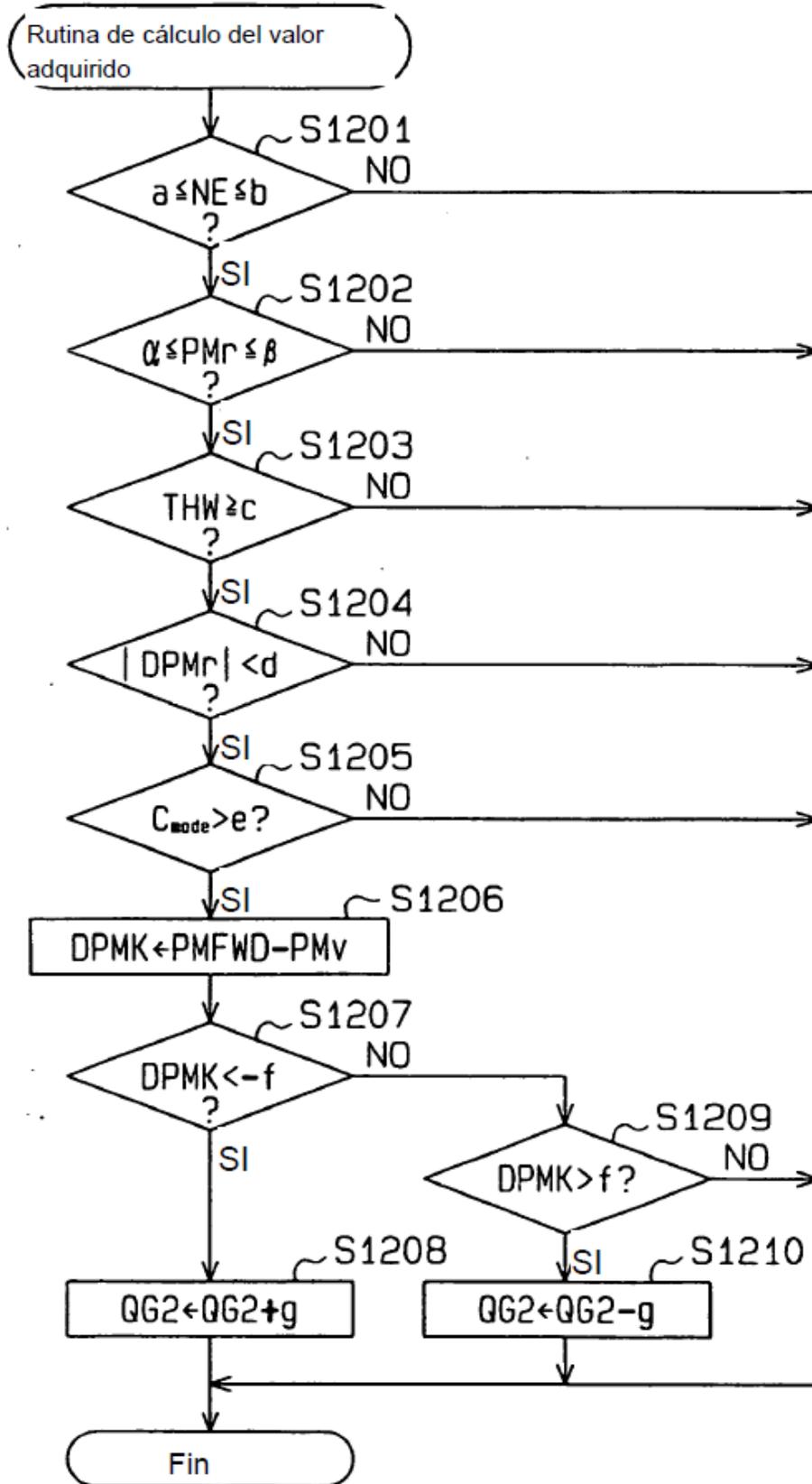


Fig.32

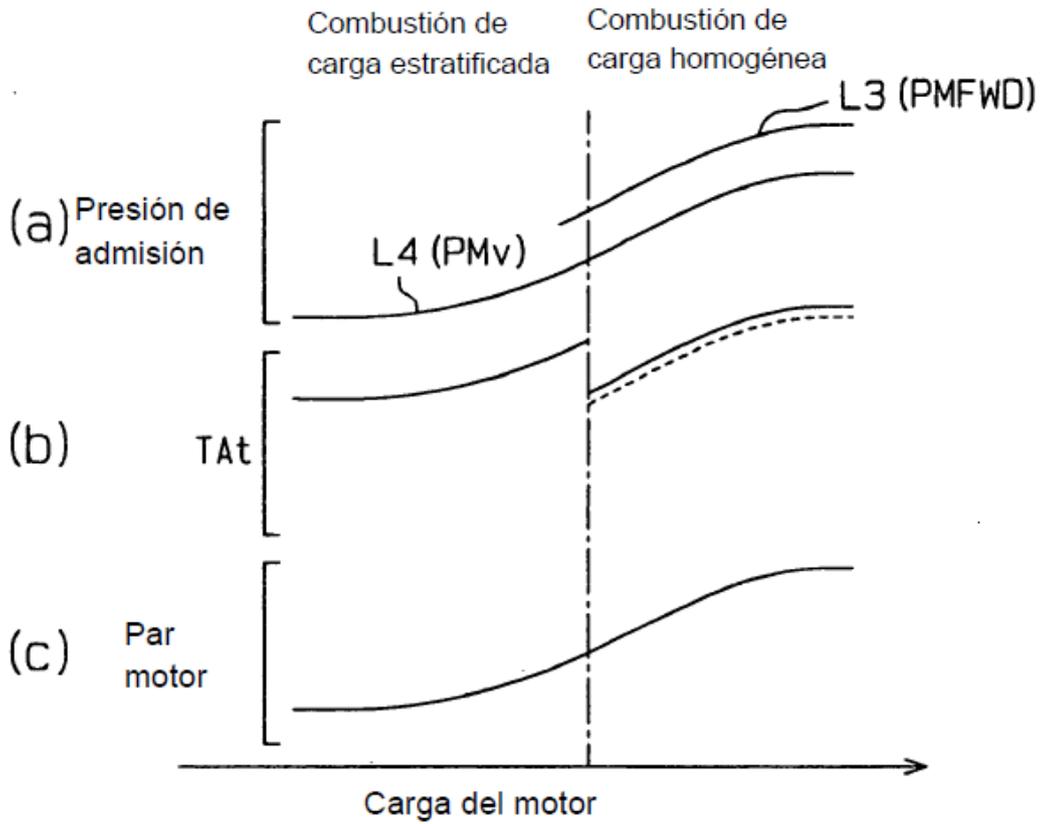


Fig.33

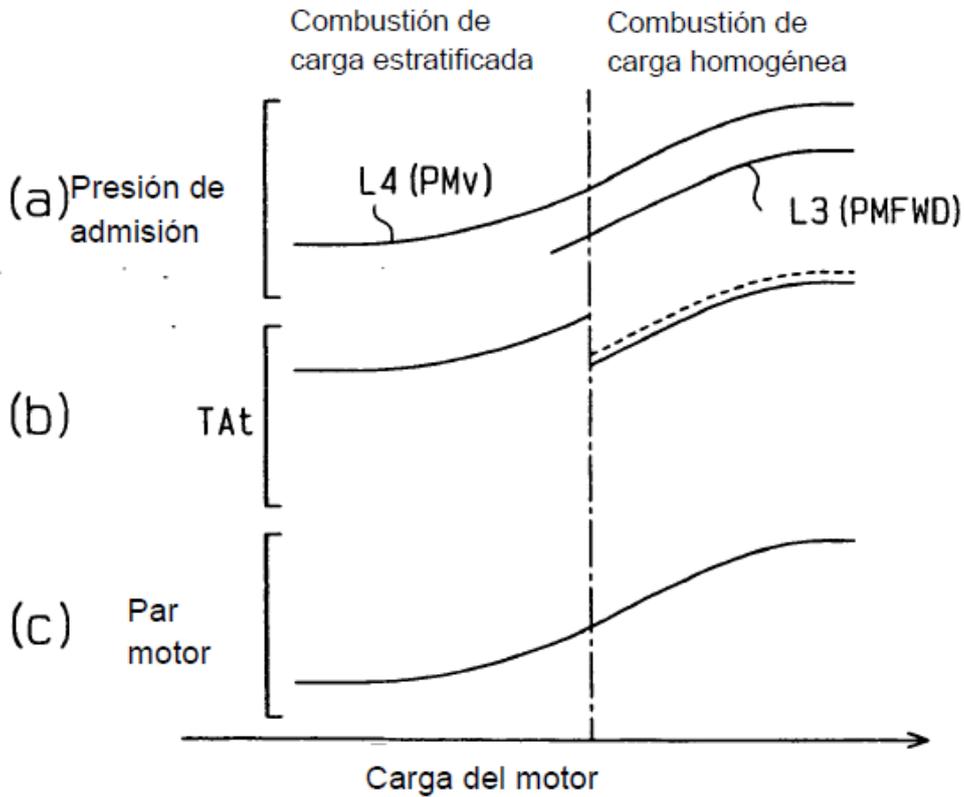


Fig.34

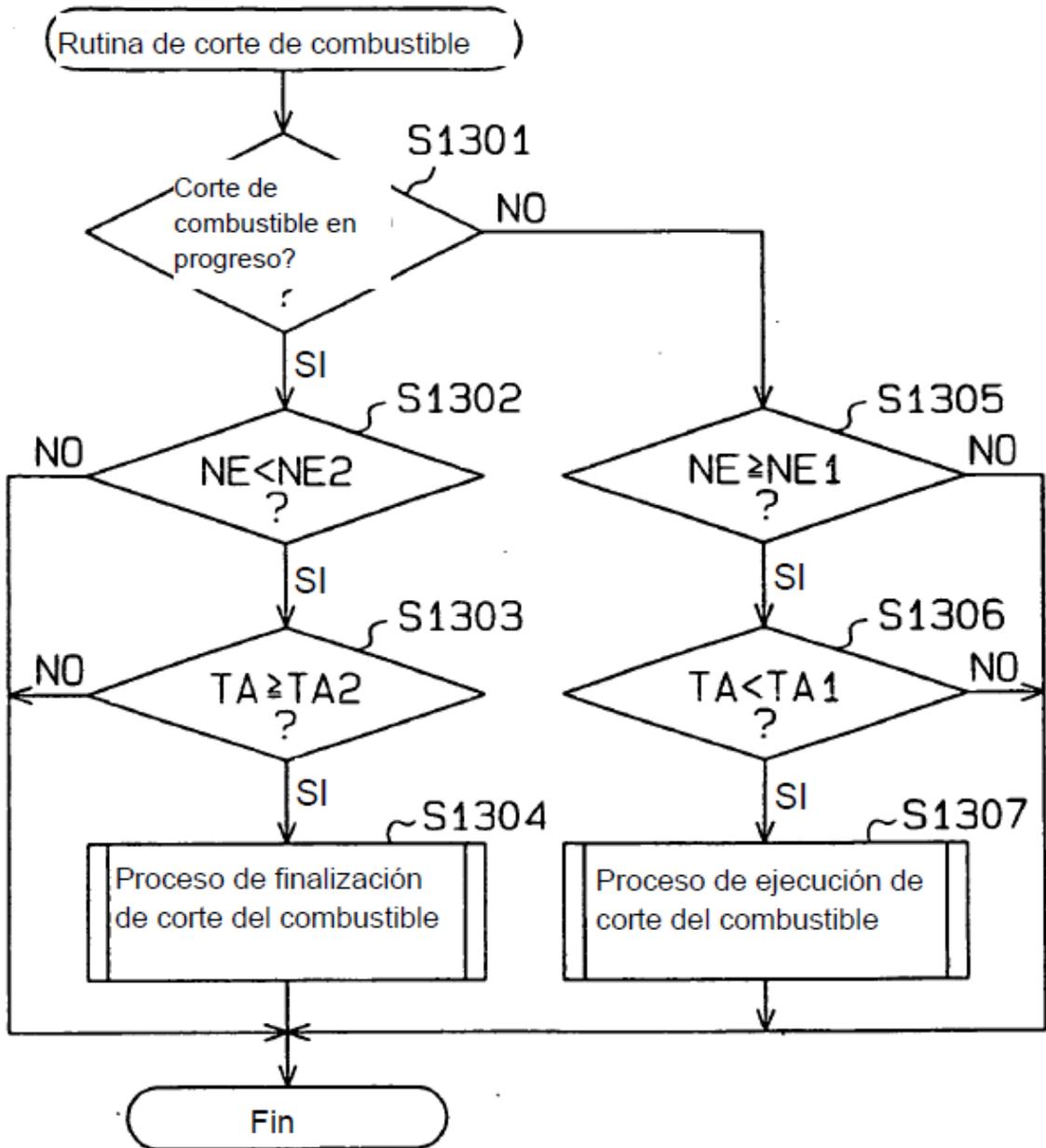


Fig. 35

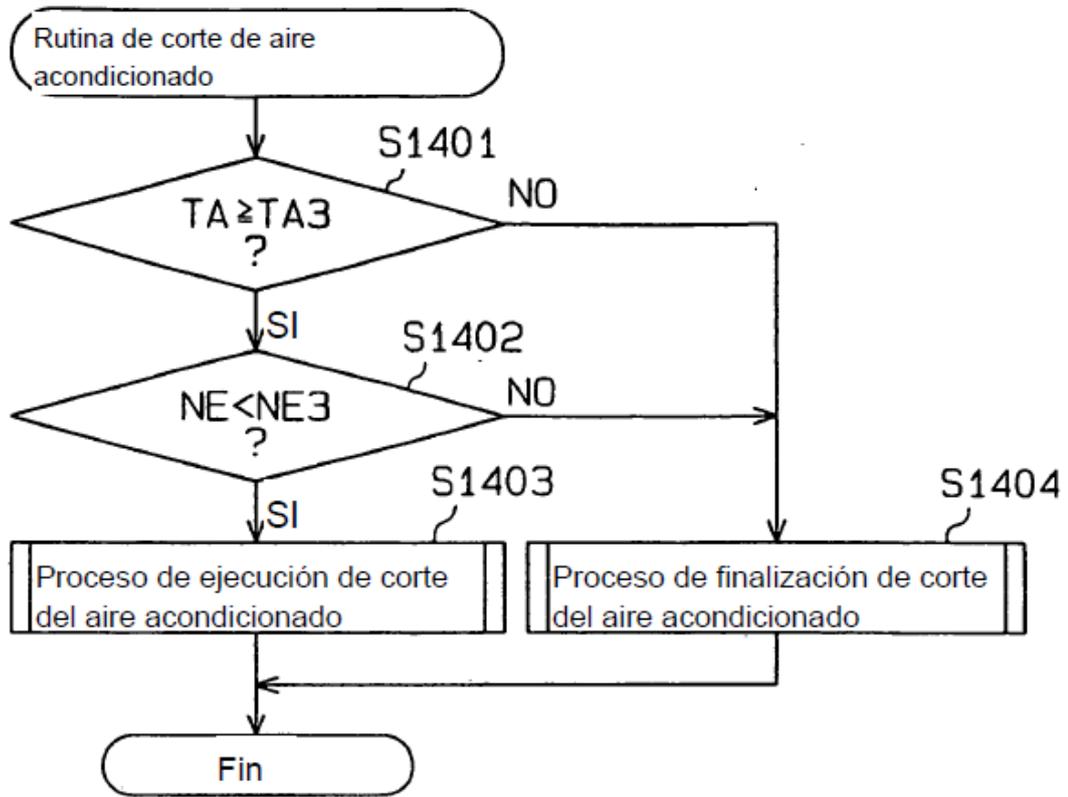


Fig. 36

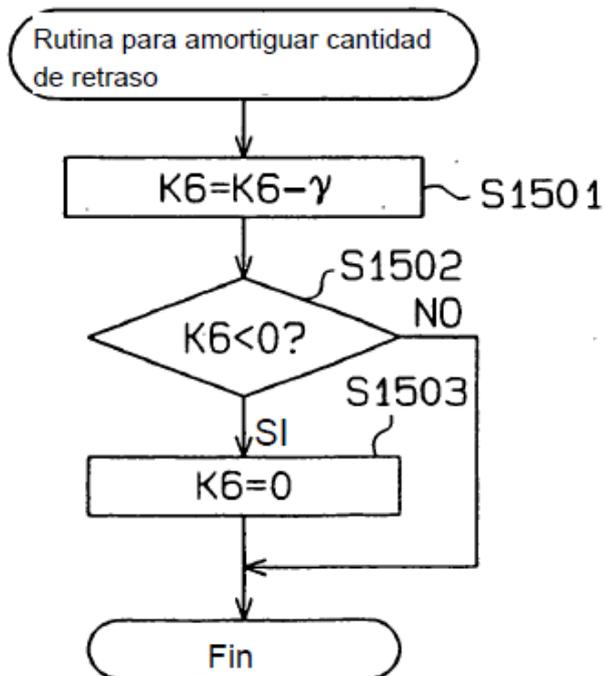


Fig.37

