



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 270 944**

51 Int. Cl.:
F02D 41/22 (2006.01)
F02D 41/34 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)
F02D 41/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01129734 .8**
86 Fecha de presentación : **13.12.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1215386**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.06.2002**

54 Título: **Aparato y método para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad: **15.12.2000 JP 2000-381626**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken 471-8571, JP**

72 Inventor/es: **Morikawa, Atsushi**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 270 944 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).

ES 2 270 944 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna.

5 La presente invención se refiere a un aparato, y a un método, para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible, de un motor de combustión interna, que está controlado por realimentación mediante compensar un valor ordenado de una cantidad de alimentación de combustible al motor, de acuerdo con una cantidad de compensación determinada en base a una desviación de un estado operativo real del motor, con respecto a un estado operativo deseado del motor, de forma que el motor sea manejado en el estado operativo deseado.

10 El documento JP-B2-2 807 001 revela un aparato dispuesto para la combustión pobre de un motor de gasolina de mezcla pobre, y el diagnóstico del motor en búsqueda de anomalías, de forma que cada cilindro del motor es diagnosticado sobre su estado de combustión, mediante detectar una variación de la velocidad de rotación del motor, y se compensa la alimentación de combustible a cada cilindro, el efecto de reducir la concentración de combustible en cada cilindro, en un buen estado de combustión, e incrementar la concentración de combustible en cada cilindro, en un estado de combustión pobre. Además, este aparato está dispuesto para verificar si la compensación de la proporción de aire/combustible de una mezcla de aire-combustible, para incrementar la concentración de combustible, ha sido implementada más de un número predeterminado de veces, para cualesquiera de los cilindros del motor, y determinar que el sistema de alimentación de combustible, o un sistema de encendido, están defectuosos, para cada cilindro para el que la compensación ha sido implementada más de un número predeterminado de veces.

25 Así, el aparato conocido descrito arriba, está configurado para determinar que un cilindro dado del motor está defectuoso, donde la cantidad de alimentación de combustible de tal cilindro no puede ser controlada en modo realimentación. De acuerdo con este aparato, un cilindro para el que se detiene por completo la alimentación de combustible, debido al agarrotamiento de una válvula de inyección de combustible en su posición cerrada, el valor ordenado de la cantidad de alimentación de combustible de tal cilindro, se compensa continuamente para incrementar la proporción de aire/combustible, de forma que se diagnostique que este cilindro sea eficaz. Por otra parte, el control de realimentación en algunas condiciones específicas de funcionamiento del motor, por ejemplo con el motor a ralentí, puede permitir el suministro normal de combustible a un cilindro dado, cuya válvula de inyección de combustible padece fugas de combustibles debidas a un asentamiento pobre de su cuerpo de válvula, o al deterioro de su función de ajuste de su tiempo de abertura, provocados por una resistencia incrementada al deslizamiento del cuerpo de válvula. Sin embargo, en condiciones operativas del motor distintas de las condiciones específicas de funcionamiento (por ejemplo con el motor a ralentí), la duración inadecuada de la apertura de la válvula de inyección de combustible tienen una influencia considerable sobre la cantidad de alimentación de combustible al cilindro, y el control de realimentación puede no permitir el suministro normal de combustible a tal cilindro, dependiendo de la condición de trabajo del motor. En este caso, el aparato puede no determinar que un cilindro está defectuoso si bien, de hecho, el sistema de alimentación de combustible para tal cilindro, está defectuoso.

40 Donde ha sido implementada la compensación de la proporción aire/combustible, para incrementar la concentración de combustible en un cilindro dado, por medio de ajustar su válvula de inyección de combustible en un número de veces mayor que el predeterminado, estando el motor a ralentí, el control de realimentación para reflejar la cantidad de compensación obtenida estando el motor a ralentí, puede permitir el suministro normal de combustible a tal cilindro, incluso en otras condiciones de trabajo del motor distintas respecto de ciertas condiciones de trabajo específicas, como son con el motor a ralentí, si las acciones de apertura y cierre de la válvula de inyección de combustible son normales.

45 Como se ha descrito arriba, el aparato conocido no es capaz de diagnosticar con precisión una anomalía o defecto en el sistema de alimentación de combustible, lo que provoca no solo un riesgo de un funcionamiento continuado del motor en un estado de combustión pobre, con el sistema de alimentación de combustible en un estado defectuoso, y el deterioro del consumo de combustible, y la emisión de gases y otros problemas, sino también un riesgo de diagnósticos erróneos indicando que el sistema de alimentación de combustible que funciona con normalidad, está defectuoso, diagnóstico equivocado que impide un funcionamiento normal del motor.

50 El documento US-5 058 547 revela un aparato genérico, y un método, para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, provisto con medios de control de realimentación para determinar una cantidad de compensación, al efecto de compensar un valor ordenado de una cantidad de inyección de combustible, por el sistema de alimentación de combustible, en el motor de combustión interna, en base a una desviación de un estado de funcionamiento real del motor de combustión interna, con respecto a un estado de funcionamiento deseado de este, y para controlar el sistema de alimentación de combustible en un modo realimentación, mediante compensar el mencionado valor ordenado, según la cantidad de compensación, de forma que la velocidad real coincida con la velocidad deseada.

60 El documento DE 195 40 826 revela un método más, para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna.

65 El objetivo de la presente invención, es proporcionar un aparato y un método para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, que permita la diagnosis precisa de un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna.

ES 2 270 944 T3

Este objetivo se consigue mediante el aparato que tiene las características de la reivindicación 1, y mediante el método que tiene las características de la reivindicación 10. La invención se desarrolla más, tal como está definida en las reivindicaciones dependientes.

5 El objetivo indicado arriba, puede conseguirse de acuerdo con un primer aspecto de esta invención, que proporciona un aparato para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, provisto con un medio de control de realimentación para determinar una cantidad de compensación, al efecto de compensar un valor ordenado de una cantidad de inyección de combustible, mediante el sistema de alimentación de combustible en el motor de combustión interna, en base a una desviación de un estado de funcionamiento real del motor de combustión interna, con respecto a un estado operativo deseado de este, y para controlar el sistema de alimentación de combustible en un modo realimentación, mediante compensar el mencionado valor ordenado según la cantidad de compensación, de forma que el motor de combustión interna funcione en el estado operativo deseado, comprendiendo el aparato, medios de diagnóstico para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, por medio de llevar a cabo sistemáticamente un ajuste de diagnóstico de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación cae fuera de un rango de referencia predeterminado.

15 El objetivo indicado arriba, puede conseguirse de acuerdo con otro aspecto de esta invención, que proporciona un método para la diagnosis de un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, donde el sistema de alimentación de combustible está controlado por realimentación, de forma que el motor de combustión interna funciona en un estado operativo deseado, caracterizado por comprender las etapas de:

calcular una desviación de la cantidad de variación de un estado operativo real, con respecto a una cantidad deseada de variación de este;

25 determinar una cantidad de compensación, para compensar el valor ordenado de una cantidad de inyección de combustible, mediante el sistema de alimentación de combustible en el motor de combustión interna, de cada uno de los cilindros del motor de combustión interna, en base a la desviación indicada arriba;

determinar si la cantidad de compensación determinada cae fuera de un rango de referencia predeterminado;

30 y
diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, mediante interrumpir un control de realimentación del sistema de alimentación de combustible, y llevar a cabo sistemáticamente un ajuste de diagnosis de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación determinada cae fuera del rango de referencia predeterminado.

35 El aparato de diagnosis, y el método, descritos arriba no están definidos para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, dependiendo solo de si la cantidad de compensación utilizada para el control de realimentación del sistema de alimentación de combustible, cae fuera del rango de referencia predeterminado. Por el contrario, el presente aparato de diagnosis, y el método, están dispuestos para efectuar sistemáticamente un ajuste de diagnosis de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación cae fuera del rango de referencia predeterminado, de forma que el sistema de alimentación de combustible, es diagnosticado en base a un resultado del ajuste de diagnosis. La presente disposición para llevar a cabo el ajuste operativo de diagnosis, del sistema de alimentación de combustible, permite diagnósticos precisos del sistema de alimentación de combustible, no solo para un defecto de agarrotamiento de una válvula de inyección de combustible en el sistema de alimentación de combustible, sino además para otras anomalías relativas a las acciones de apertura y cierre de la válvula de inyección de combustible, tales como el deterioro de su función para ajustar su período de apertura. Además, el ajuste de diagnosis se lleva a cabo cuando la cantidad de compensación está fuera del rango de referencia, es decir cuando hay una alta probabilidad de que la válvula de inyección de combustible esté defectuosa. Esta disposición permite una mejora adicional en la precisión de la diagnosis del sistema de alimentación de combustible.

40 Además, el ajuste de diagnosis de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, efectuado solo cuando la cantidad de compensación está fuera del rango de referencia predeterminado, impide un cambio innecesario del estado de combustión del motor de combustión interna, y minimiza el deterioro del consumo de combustible y de la emisión de gases del motor, y minimiza la vibración del motor debida una variación de su estado operativo.

45 De acuerdo con una forma preferida de la presente invención, el medio de control por realimentación detecta una cantidad de variación del actual estado operativo del motor de combustión interna, mientras que el motor de combustión interna funciona a ralentí, calcula una desviación de la cantidad de variación del estado operativo real funcionando a ralentí, con respecto a una cantidad deseada de variación de este, determina la cantidad de compensación de cada uno de los cilindros del motor de combustión interna, en base a la desviación indicada arriba, y compensa el valor ordenado de la cantidad de inyección de combustible por el sistema de alimentación de combustible, en cada cilindro, de acuerdo con la cantidad de compensación determinada, de forma que el motor de combustión interna funcione en el estado operativo deseado.

50 Si bien el sistema de alimentación de combustible para cada cilindro del motor, está controlado por realimentación por el medio de control por realimentación descrito arriba, el medio de diagnosis lleva a cabo el ajuste de diagnóstico de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación deter-

ES 2 270 944 T3

minada, en base a la desviación entre las cantidades de variación del estado operativo del sistema de alimentación de combustible, real y deseada, cae fuera del rango de referencia predeterminado, de forma que el sistema de alimentación de combustible es diagnosticado en base a un resultado del ajuste de diagnóstico.

5 La disposición descrita arriba, permite la diagnosis precisa del sistema de alimentación de combustible para cada cilindro del motor. La precisión de la diagnosis se mejora suplementariamente, puesto que el ajuste de diagnosis se lleva a cabo solo cuando la cantidad de compensación de cada cilindro está fuera del rango de referencia, es decir solo cuando hay una probabilidad alta de que el sistema de alimentación de combustible esté defectuoso.

10 Adicionalmente, el ajuste de diagnosis de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, llevado a cabo solo cuando la cantidad de compensación de cada cilindro está fuera del rango de referencia, impide un cambio innecesario del estado de combustión del motor de combustión interna, y minimiza el deterioro del consume de combustible y de la emisión de gases del motor, y minimiza la vibración del motor debida una variación en su estado.

15 En una primera realización ventajosa del aparato, acorde con la forma de la invención preferida indicada arriba, el medio de diagnosis está operativo cuando la cantidad de compensación de cualquiera de los cilindros, cae fuera del rango de referencia predeterminado, para terminar una operación del medio de control de realimentación, y llevar a cabo el ajuste de diagnosis de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible para, como se ha
20 indicado arriba, cualquiera de los cilindros.

El medio de diagnosis descrito arriba, está dispuesto para finalizar la operación de control por realimentación por parte del medio de control por realimentación, y llevar a cabo el ajuste de diagnosis del sistema de alimentación de combustible, para el cilindro cuya cantidad de compensación ha salido fuera del rango de referencia. Esta disposición
25 permite la diagnosis eficiente y precisa, del sistema de alimentación de combustible.

En una segunda realización ventajosa, del aparato acorde con la forma preferida de la invención indicada arriba, el medio de diagnosis está operativo cuando la cantidad de compensación de cualesquiera de los cilindros, cae fuera del rango de referencia predeterminado, para finalizar una operación del medio de control de realimentación, y llevar a
30 cabo los ajustes de diagnosis de las condiciones operativas de los sistemas de alimentación de combustible, para algunos cilindros seleccionados, del motor de combustión interna, cilindros seleccionados que incluyen los cualesquiera cilindros, indicados arriba.

El medio de diagnosis recién descrito arriba, está configurado para terminar la operación de control por realimentación por parte del medio de control de realimentación, y llevar a cabo los ajustes de diagnosis de los sistemas de
35 alimentación de combustible para los cilindros seleccionados, incluido el cilindro cuya cantidad de compensación ha salido fuera del rango de referencia. De acuerdo con esta realización, solo los sistemas de alimentación de combustible para los cilindros seleccionados, que incluyen el sistema de alimentación de combustible que es relativamente probable que esté defectuoso, son diagnosticados para efectuar los ajustes de diagnosis de tales sistemas de alimen-
40 tación de combustible. Por consiguiente, la presente disposición no solo permite la diagnosis eficiente y precisa, sino que además impide eficazmente un cambio innecesario del estado de combustión de un motor de combustión interna, minimizando así el deterioro del consumo de combustible y la emisión de gases del motor, y minimizando la vibración del motor debida a una variación en su estado operativo.

45 En el aparato y método acordes con la forma preferida de la invención, indicada justo arriba, el medio de diagnosis puede estar dispuesto para ser operativo el efecto de llevar a cabo un incremento o reducción sistemáticos de diagnosis, de la cantidad de compensación de cada uno de los seleccionados, al menos uno, cilindros del motor de combustión interna, y diagnosticar el sistema de alimentación de combustible para cada uno de los cilindros seleccionados, en base a una variación en el estado operativo real del motor de combustión interna, que está provocada por el incremento o
50 reducción sistemáticos de diagnóstico de la cantidad de compensación.

En el aparato descrito justo arriba, el sistema de alimentación de combustible para cada uno de los cilindros seleccionados del motor, es diagnosticado en base a la variación en el estado operativo real del motor, que está provocada por el incremento o reducción sistemáticos de diagnosis, de la cantidad de compensación, por el medio de diagnosis.
55 Esta disposición permite mayores grados de eficiencia y precisión de la diagnosis.

En el aparato y método descritos justo arriba, el medio de diagnosis puede estar dispuesto para ser operativo al efecto de diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible, para cada uno de los cilindros seleccionados, es normal cuando el estado operativo actual del motor de combustión interna, varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos de diagnosis, de la cantidad de compensación, y es defectuoso o anómalo, cuando el estado operativo real no varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos de diagnosis, de la cantidad de compensación.

65 Cuando el estado operativo del sistema de alimentación de combustible, así como las acciones de apertura y cierre de su válvula de inyección de combustible son normales, el estado de funcionamiento real del motor de combustión interna, varía de acuerdo con el incremento o reducción de diagnóstico de la cantidad de compensación, de cada cilindro seleccionado. A la vista de este hecho, el medio de diagnosis puede configurarse para diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible es normal, si el estado operativo real del motor varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos de diagnosis de la cantidad de compensación, y defectuoso o anómalo si el

estado operativo real del motor, no varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos de diagnóstico, de la cantidad de compensación.

5 La cantidad de compensación puede incrementarse o reducirse gradualmente, cuando el incremento o reducción de diagnóstico se ejecute sistemáticamente.

La cantidad de compensación puede devolverse gradualmente a un valor original, después que se ha llevado a cabo sistemáticamente el incremento o reducción de diagnóstico, de la cantidad de compensación.

10 Breve descripción de los dibujos

15 Los anteriores y otros objetivos, características, ventajas, e importancia técnica e industrial de la presente invención, se comprenderán mejor leyendo la siguiente descripción detallada de realizaciones actualmente preferidas, a modo de ejemplo, de la invención, tomadas en consideración con los dibujos anexos, en los cuales:

la figura 1 es una vista esquemática, que muestra un motor diesel de tipo conductor común, y un sistema de control dispuesto de acuerdo con una primera realización de esta invención, para controlar el motor diesel;

20 la figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de control de la cantidad de inyección de combustible, ejecutada por un ECU del sistema de control de la primera realización;

la figura 3 es un diagrama de flujo, que ilustra una rutina que calcula la cantidad de compensación del cilindro, ejecutada para cada cilindro del motor, en la primera realización;

25 la figura 4 es una ilustración de una disposición de un sensor de velocidad del motor, y un generador de impulsos utilizado en la primera realización;

la figura 5 es un diagrama de flujo, que describe una variación de la velocidad de rotación del motor diesel de tipo conductor común, en la primera realización;

30 la figura 6 es un gráfico que indica un mapa de datos, utilizado en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, para calcular una cantidad integral de compensación d_{qcy} en base a una variación de la velocidad $DNE(K)$;

35 la figura 7 es un diagrama de flujo, que ilustra una parte de una rutina de diagnosis preliminar, ejecutada por la ECU del sistema de control de la primera realización, para llevar a cabo una diagnosis preliminar del sistema de alimentación de combustible;

la figura 8 es un diagrama de flujo, que ilustra la otra parte de la rutina de diagnosis preliminar;

40 la figura 9 es un diagrama de flujo, que ilustra una parte de una rutina de diagnosis principal, ejecutada en la primera realización, para llevar a cabo la diagnosis principal del sistema de alimentación de combustible;

la figura 10 es un diagrama de flujo, que ilustra la otra parte de la rutina de diagnosis principal;

45 la figura 11 es un diagrama de flujo, que ilustra una rutina de control de retorno gradual, ejecutada en la primera realización;

50 la figura 12 es un diagrama de tiempo, que describe un ejemplo de diversos parámetros cuyos valores cambian durante el control efectuado en la primera realización;

la figura 13 es un diagrama de flujo, que ilustra una rutina de diagnosis del sistema de alimentación de combustible, ejecutada en una tercera realización de la presente invención; y

55 la figura 14 es un diagrama de flujo, que ilustra una rutina de control de retorno gradual, ejecutada en la tercera realización.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

60 En referencia a los dibujos anexos, se describirá en detalle las realizaciones actualmente preferidas, de esta invención.

65 En referencia primero a la vista esquemática de la figura 1, se muestra un motor diesel 2 de tipo conductor común, y un sistema de control, dispuestos según la primera realización de la presente invención, para controlar el motor diesel 2. El motor diesel 2 está adaptado para ser instalado como fuente de fuerza motriz, en un vehículo automóvil.

El motor diesel 2 tiene una pluralidad de cilindros, más precisamente cuatro cilindros #1-#4, en esta realización específica. En la figura 1, se muestra solo uno de los cuatro cilindros #1-#4. Cada cilindro está provisto con una

ES 2 270 944 T3

válvula de inyección de combustible 4, dispuesta para inyectar combustible en su cámara de combustión. La válvula de inyección de combustible 4, está provista con una válvula de control electromagnética 4a, que se abre para permitir a la válvula de inyección de combustible 4a inyectar el combustible en el correspondiente cilindro, y se cierra para inhibir la inyección de combustible. Aunque la presente realización se describirá estando aplicada al motor diesel 2 de cuatro cilindros, la misma realización es aplicable igualmente no solo al motor diesel, sino a motores de gasolina, y también es aplicable a un motor diesel o de gasolina que tenga seis cilindros, o cualquier número de cilindros, igual que a un motor de cuatro cilindros.

Cada válvula de inyección de combustible 4 está conectada a un conducto común 6, que funciona como un acumulador común para los cuatro cilindros en #1-#4. Mientras la válvula electromagnética de control 4a indicada arriba se mantiene abierta, el fluido distribuido desde el conductor común 6 es inyectado en el cilindro correspondiente, a través de la correspondiente válvula de inyección de combustible 4. El conductor común 6 se mantiene cargado con el combustible presurizado, cuya presión es lo suficientemente elevada como para permitir la inyección de combustible a cada cilindro. Para mantener la presión de combustible en el conductor común 6 en un nivel deseado, el conductor común 6 está conectado, a través de un tubo de alimentación 8, a una parte de descarga 10a de la bomba de alimentación de combustible 10. La bomba de alimentación de combustible 10 está conectada a un tanque de combustible 12, a través de un puerto de succión 10b. Un conducto que conecta al puerto de succión 10b y el tanque de combustible 12, está provisto con un filtro 14. La bomba de alimentación de combustible 10 incluye un émbolo, que es movido en vaivén mediante una leva de accionamiento (no mostrada), a la que se hace rotar en sincronización con un movimiento rotatorio del motor diesel 2. Con la bomba de alimentación de combustible 10 activada de este modo, el combustible recibido desde el tanque de combustible 12, a través del filtro 14, es presurizado por la bomba de alimentación de combustible 10 hasta el nivel deseado, y el fluido así presurizado, es distribuido al conductor común 6.

La cámara de combustión de cada cilindro del motor diesel 2 está conectada a un conducto de admisión 18 y a un conducto de escape 20, y se proporciona una válvula de mariposa (no mostrada) en el conducto de la emisión 18. El ángulo de apertura de esta válvula de mariposa, se controla en función del estado operativo del motor diesel 2, para controlar de ese modo una velocidad del flujo de aire de admisión, hacia la cámara de combustión.

La cámara de combustión de cada cilindro del motor diesel 2 está provista con una bujía incandescente 22, que es excitada con una corriente eléctrica, que le es aplicada desde un relé 22a de bujía incandescente, inmediatamente antes de que sea arrancado el motor diesel 2. Tras la excitación de la bujía incandescente 22, es fácilmente inflamado un vapor pulverizado sobre la bujía incandescente 22, y se provoca la combustión del combustible. Así, la bujía incandescente 22 sirve como dispositivo para ayudar al arranque del motor diesel 2.

Para controlar el estado de funcionamiento del motor diesel 2 en la realización actual, se proporciona los siguientes sensores. Concretamente, hay un sensor de aceleración 26 dispuesto cerca de un pedal del acelerador 24, para detectar una cantidad operativa ACCPF del pedal del acelerador 24, y hay dispuesto un conmutador de acelerador-DESACTIVADO 28, cerca del sensor del acelerador 26, para detectar que el pedal del acelerador 24 está en reposo, es decir está situado en su posición no activada. El motor diesel 2 está provisto además con un motor de arranque 30, para arrancar el motor. Este motor de arranque 30 está provisto con un conmutador del motor de arranque 30a, para detectar su estado operativo. El motor diesel 2 también está provisto con un sensor de temperatura de agua 32, dispuesta en su bloque de cilindros, para detectar una temperatura THW de un flujo de agua de refrigeración, a través del bloque de cilindros.

El motor diesel 2 tiene un cárter de aceite (no mostrado), que contiene un aceite del motor, y está provisto con un sensor de temperatura del aceite 34, para detectar una temperatura THO del aceite del motor, en el cárter de aceite. Un tubo de retorno 16 conectado con el depósito de combustible 12, la bomba de alimentación de combustible 10 y la válvula de inyección de combustible 4, están provistos con un sensor de temperatura del combustible 36, para detectar una temperatura THF del combustible. El conductor común 6 está provisto con un sensor de presión del combustible 38, para detectar la presión del combustible dentro del conductor común 6. El cigüeñal (no mostrado) del motor diesel 2 está provisto con un generador de impulsos 41, y hay un sensor de velocidad del motor 40, para detectar la velocidad de rotación del motor 2, dispuesto cerca del generador de impulsos 41, tal como se muestra en la figura 4.

Se transmite un movimiento rotatorio del cigüeñal, a través de una correa de distribución, a un árbol de levas (no mostrado), provisto para abrir y cerrar una válvula de admisión 18a y una válvula de escape 20a. Este árbol de levas es girado a una velocidad que es la mitad de la velocidad de rotación del cigüeñal. Cerca de un generador de impulsos (no mostrado) ubicado en el árbol de levas, hay dispuesto un sensor detector del cilindro 42. En la primera realización de esta invención, las señales de salida del sensor de velocidad del motor 40 y el sensor detector del cilindro 42, se utilizan para calcular la velocidad NE y un ángulo de codo CA del motor diesel 2, y un punto muerto superior (TDC) del cilindro #1. El vehículo tiene una transmisión 44, que está provista con un sensor de posición de desplazamiento 46, para detectar, de entre las posiciones operativas de la transmisión 44, la actualmente preseleccionada, y un sensor de velocidad de salida 48, para detectar la velocidad de rotación de un eje de salida de la transmisión 44. La señal de salida del sensor de velocidad de salida 48, se utiliza para calcular una velocidad en marcha SPD del vehículo. El vehículo tiene, además, un acondicionador de aire (no mostrado), que está conducido por el motor diesel 2, y que es encendido y apagado por el conmutador de acondicionador de aire 50.

Para llevar a cabo diversos controles del motor diesel 2, se proporciona una unidad de control electrónico 52 (ECU), dispuesta de acuerdo con la presente realización de la invención. La ECU 52 está dispuesta para llevar a cabo un control

ES 2 270 944 T3

de la inyección de combustible, un control de la bujía incandescente y otros controles del motor diesel 2, y además esta dispuesta para efectuar controles de diagnosis, al efecto de diagnosticar el sistema de alimentación de combustible de cada cilindro. La ECU 52 está constituida principalmente por un microprocesador, que incorpora: una unidad central de proceso (CPU); una memoria de solo lectura (ROM) que almacena diversos programas de control y mapas de datos; una memoria de acceso aleatorio (RAM) para almacenar temporalmente diversas clases de datos, como son aquellos obtenidos mediante operaciones aritméticas por la CPU; una memoria de seguridad RAM, para almacenar datos de operaciones aritméticas y datos preparados; contadores temporales; un interfaz de entrada; y un interfaz de salida. Al interfaz de entrada de la ECU 52 están conectados los, anteriormente descritos, sensor del acelerador 26, sensor de la temperatura del agua 32, sensor de la temperatura del aceite 34, sensor de la temperatura del aceite 36, sensor de la presión del combustible 38, etc., a través de memorias intermedias, multiplexores y convertidores A/D (no mostrados). También están conectados al interfaz de entrada, el sensor de velocidad del motor 40, el sensor de detección del cilindro 42, el sensor de velocidades entre 48, etc., a través de circuitos correctores de forma redonda (no mostrados). El conmutador de acelerador-DESACTIVADO 28, el conmutador del motor de arranque 30a, el sensor de posición de desplazamiento 46, el conmutador de acondicionamiento de aire 50, etc., están conectados directamente al interfaz de entrada de la ECU 52. El interfaz de entrada de la ECU 52 recibe además una señal indicativa de una tensión de la batería Vb, y una señal indicativa de un régimen de trabajo DF, de un alternador (no mostrado) provisto para el motor diesel 2. La CPU lee las señales de salida de los sensores y conmutadores descritos arriba, que son recibidas a través de interfaz de entrada. Al interfaz de salida de la ECU 52 están conectados, a través de circuitos accionadores, los dispositivos indicados arriba, de control electromagnética 4a y relé de bujía incandescente 22a, y una válvula de control de presión 10c, provista para controlar la presión distribuida de la bomba de alimentación de combustible 10. La CPU funciona para llevar a cabo operaciones aritméticas, en base a las señales recibidas a través del interfaz de entrada, y controlar adecuadamente la válvula de control electromagnética 4a, la válvula de control de presión 10c, el relé de incandescencia 22a, etc., a través del interfaz de salida.

A continuación, en referencia al diagrama de flujo de la figura 2, hay ilustrada una rutina de control de inyección de combustible, ejecutada por la ECU 52. Esta rutina de control de la inyección de combustible, se ejecuta repetidamente como rutina de interrupción, con un ciclo temporal que corresponde a una cantidad predeterminada de cambio del cigüeñal CA del motor 2, de forma más precisa con un tiempo de ciclo que corresponde a un cambio del ángulo del cigüeñal CA de 180°, en la presente realización en la que el motor 2 tiene cuatro cilindros. En la rutina de control de inyección de combustible de la figura 2, y en otras rutinas que serán descritas, las etapas para llevar a cabo las respectivas operaciones de control están identificadas por los respectivos números de etapa, precedidos por la letra alfabética "S".

La rutina de control de inyección de combustible de la figura 2, da comienzo con el paso S110, para calcular un valor ordenado QFIN de una cantidad de inyección de combustible Q, en base a la velocidad del motor NE y a una cantidad operativa del acelerador ACCPF, y de acuerdo con una ecuación predeterminada. El paso S110 está seguido por el paso S 120, en que el valor ordenado QFIN de la cantidad de inyección de combustible, se compensa de acuerdo con la siguiente ecuación (1), en base a una cantidad de compensación del cilindro qcy[K], que ha sido calculada en una rutina de cálculo para la cantidad de compensación del cilindro (que será descrita con referencia al diagrama de flujo de la figura 3), para un cilindro actualmente seleccionado #K, en el que el combustible ha de ser inyectado.

$$QFIN \leftarrow QFIN + qcy[K] \quad \dots(1)$$

Después, el flujo de control va a la etapa S130, y determina el tiempo de apertura de la válvula de control electromagnética 4a de la válvula de inyección de combustible 4, provista para el cilindro actualmente seleccionado #K, en base al valor ordenado así compensado QFIN, de la cantidad de inyección de combustible. Así finaliza un ciclo de ejecución de la rutina de la figura 2.

Con la rutina de control de inyección de combustible de la figura 2 siendo ejecutada repetidamente, se inyecta sucesivamente cantidades apropiadas de combustible, desde las válvulas de inyección de combustible 4 en los respectivos cilindros individuales, que han de ser alimentados con el combustible de forma secuencial, en un orden predeterminado. Así, las cantidades de combustible suministradas a los cilindros, son controladas adecuadamente dependiendo de la condición operativa específica del vehículo.

Después, la rutina del cálculo de la cantidad de compensación del cilindro, indicada arriba, será descrita con referencia al diagrama de flujo de la figura 3. Como en la rutina de control de inyección de combustible de la figura 2, la rutina actual es ejecutada repetidamente como una rutina de interrupción, con un tiempo de ciclo que corresponde a una cantidad predeterminada de cambio del ángulo del cigüeñal CA, más concretamente con un tiempo de ciclo que corresponde a un cambio del ángulo del cigüeñal CA de 180°, en la presente realización en la que el motor 2 tiene los cuatro cilindros. La rutina del cálculo de la cantidad de compensación del cilindro, de la figura 3, da comienzo con el paso S200, para determinar si un indicador de PERMITIR CÁLCULO Xqcy está en estado ACTIVADO. Si el indicador Xqcy está en un estado DESACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S200, se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

Si el indicador Xqcy está en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SI) en el paso S200, el flujo de control va al paso S210, para determinar si el motor diesel 2 está en un estado de ralentí estable. El estado de ralentí estable del motor diesel 2, se interpreta que significa un estado de ralentí en que la

ES 2 270 944 T3

velocidad del vehículo SPD es de 0 km/h, y la velocidad de ralentí del motor diesel 2 se establece con un transcurso de tiempo suficientemente largo, después de que el pedal del acelerador 24 ha sido devuelto a su posición completamente liberada, o posición no activada (en la que la cantidad de apertura ACCPF es del 0% y el conmutador de hacer azor-DESACTIVADO 28, está en estado ACTIVADO.

5 Si el motor diesel 2 no está en el estado de ralentí estable, es decir si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S210, finaliza un ciclo de ejecución de la rutina de la figura 3. Si el motor diesel 2 está en el estado de ralentí estable, es decir si se obtiene una decisión afirmativa (SI) en el paso S210, el flujo de control va al paso S220, para determinar si la velocidad del motor detectado actualmente NE, es sustancialmente igual a una velocidad de
10 ralentí deseada NF, en concreto si la actual velocidad de ralentí del motor NE se mantiene dentro de un rango de referencia predeterminado, determinado por la velocidad de ralentí deseada NF. Este paso S220 está implementado con el propósito de determinar si un dispositivo externo a ser conducido por el motor diesel 2, tal como un compresor del acondicionador de aire, acaba de ser encendido o apagado. Si el dispositivo externo acaba de ser encendido o
15 apagado, la velocidad actual del motor NE cambia a un valor fuera del rango de referencia predeterminado, que incluye la velocidad de ralentí deseada NF, es decir la velocidad del motor NE no es estabilizada. La velocidad real del motor NE, es estabilizada mientras se está manteniendo dentro de un rango de referencia predeterminado, salvo que el dispositivo externo acabe de ser encendido o apagado.

Si la velocidad del motor actual NE no es sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF, es decir si
20 no se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S220, se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina actual. Si la velocidad real del motor NE es sustancialmente igual a la velocidad deseada de ralentí NF, es decir si, por otra parte, se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S220, el flujo de control va al paso S220, para calcular la variación de velocidad DNE[K] del cilindro actualmente seleccionado #K (en el que ha de ser inyectado el combustible), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$25 \quad \text{DNE}[K] \leftarrow \text{TNH}[K] - \text{TNH}[K - 1] \quad \dots(2)$$

En la anterior ecuación (2), TNH[K] representa un valor que depende de la velocidad máxima del cilindro ac-
30 tualmente seleccionado #K (en adelante aludido como velocidad máxima del cilindro), y TNH[K-1] representa un valor que corresponde a la velocidad máxima del cilindro #K-1, cuya carrera de combustión tiene lugar una carrera antes de la del cilindro actualmente seleccionado #K. Los valores TNH[K] y TNH[K-1], son inversa o recíprocamente proporcionales a la velocidad NE del motor diesel 2.

Es decir, el valor TNH representa una duración temporal, durante la que se genera un número predeterminado de
35 señales de impulso sucesivas, por medio del sensor de velocidad del motor 40, en cooperación con el generador de impulsos 41 mostrado en la figura 4. Descrito en detalle, el sensor de velocidad del motor 40 incluye una bobina de recogida, está dispuesto en la superficie circunferencial exterior de entrada, de la rueda del generador de impulsos 41, unido al cigüeñal del motor diesel 2. El sensor 40 del motor diesel genera una señal de impulso, cada vez que
40 un diente formado en la rueda del generador de impulsos 41, pasa por el sensor de velocidad del motor 40, durante la rotación del cigüeñal. La ECU 52 calcula la velocidad de rotación NE del motor diesel 2, en base a las señales de impulso generadas por el sensor 40 de la velocidad del motor. La rueda del generador de impulsos 41, tiene un total de 36 posiciones dentadas, separadas a ángulos iguales entre sí en la dirección circunferencial, a un intervalo angular de 10°. Sin embargo, la rueda del generador de impulsos 41 tiene un total de 34 dientes, dado la ausencia de dientes
45 en dos sucesivas, de las 33 posiciones dentadas, es decir en presencia de una parte circunferencial no dentada 41a, que corresponde a esas dos posiciones de dientes sucesivos. Durante el funcionamiento del motor diesel 2, se genera una señal de impulso para cada cambio del ángulo del cigüeñal CA en 10°, y por cada diente del generador de impulsos 41, en concreto las señales de impulsos son generadas por el sensor de velocidad del motor 40, a un intervalo de separación angular de 10° de los dientes del generador de impulsos 41, tal como se ha indicado en la figura 5, en la
50 que se muestra las señales de impulso después que de sus formas de onda han sido conformadas. Debe notarse que el intervalo impulso a impulso, y la parte no dentada 41a, corresponden a 30°, y este intervalo comparativamente grande impulso-a-impulso correspondiente a la parte no dentada 41a, aparece para cada cambio de 360° en el cigüeñal CA, es decir para cada rotación completa del cigüeñal. El sensor detector del cilindro 42 está configurado para detectar una posición angular de referencia del árbol de levas, correspondiente al punto muerto superior (TDC) del cilindro #1, en
55 base a las señales de impulso generadas por el sensor de velocidad del motor 40, y el sensor detector del cilindro 42, como se ha descrito arriba, y se obtiene el ángulo del cigüeñal CA con respecto al punto muerto superior detectado, del cilindro #1.

Puesto que el valor TNH[K] representa la duración temporal en la que se genera el número predeterminado de
60 señales de impulso sucesivas, mediante el sensor de velocidad del motor 40, el valor TNH[K] es menor que el valor TNH[K-1] cuando la velocidad máxima del cilindro actualmente seleccionado #K, es mayor que la del cilindro #K-1. En este caso, por lo tanto, la variación de velocidad DNE[K] calculada de acuerdo con la anterior ecuación (2), es un valor negativo. Por otra parte, cuando la velocidad máxima del cilindro actualmente seleccionado #K, es menor que la del cilindro #K-1, el valor TNH[K] es mayor que el valor TNH[K-1]. Por tanto en este caso, la variación de velocidad
65 DNE[K] es un valor positivo.

Descrita más específicamente, la velocidad máxima de cada cilindro está presentada por la duración temporal TNH del número predeterminado de señales de impulso sucesivas, es decir tres señales de impulso en el ejemplo

ES 2 270 944 T3

concreto de la figura 5. Esta duración temporal TNH de las tres señales de impulso, es un intervalo temporal entre los momentos de crecimiento de las señales primera y cuarta, de entre cuatro señales de impulso sucesivas, que incluyen las tres señales de impulso mencionadas arriba, y que están generadas por el sensor de velocidad del motor 40, en cuatro respectivos ángulos de cigüeñal diferentes CA (cuatro respectivas posiciones angulares del cigüeñal), que están separadas a iguales distancias entre sí. Es decir, esas cuatro señales de impulso son generadas en los respectivos ángulos de cigüeñal CA, correspondientes a la velocidad máxima de cada cilindro, como se ha indicado en el gráfico de la figura 5. Por consiguiente, el valor DNE[K] calculado de acuerdo con la anterior ecuación (2), representa una diferencia entre las velocidades máximas de los dos cilindros #K y #K-1, es decir una variación de velocidad del cilindro actualmente seleccionado #K, con respecto a la velocidad del cilindro precedente #K-1.

Después de que se ha calculado la variación de velocidad DNE[K], tal como se ha descrito arriba, el flujo de control va al paso S240 para calcular una cantidad integral de compensación dqcy, en base a la variación de velocidad DNE [K], y de acuerdo con un gráfico mostrado en la figura 6. Este gráfico representa una relación entre la cantidad integral de compensación dqcy y la variación de velocidad DNE[K], y está formulado de modo que la cantidad integral de compensación dqcy, se incrementa con un incremento de la velocidad de variación DNE[K].

Después, el flujo de control va al paso S250, en que la cantidad de compensación del cilindro qcy[K] es actualizada en base a la, ya calculada, cantidad de compensación integral dqcy, y de acuerdo con la siguiente ecuación (3):

$$qcy[K] \leftarrow qcy[K] + dqcy \quad \dots (3)$$

Así, la cantidad de compensación integral dqcy es añadida a la compensación del cilindro qcy[K], cuando la variación de velocidad de los dos cilindros sucesivos #K y #K-1 del motor diesel 2, y así la cantidad de compensación del cilindro actualizada qcy[K], son utilizadas en el paso S120 de la rutina de control de la inyección de combustible de la figura 2, para compensar el valor ordenado QFIN de la cantidad de inyección de combustible, de cada uno de los cuatro cilindros, para así eliminar la variación de velocidad del motor diesel 2, de modo que el sistema de alimentación de combustible está controlado por realimentación, al efecto de minimizar una variación de la velocidad de rotación del motor diesel 2.

Cuando la variación de velocidad DNE[K] del cilindro actualmente seleccionado #K, es un valor negativo, es decir la velocidad del motor diesel 2, como resultado de la combustión en el cilindro actualmente seleccionado #K, es mayor que el resultante de la combustión en el cilindro precedente #K-1, la cantidad de compensación integral dqcy es un valor negativo, de forma que la cantidad de compensación del cilindro qcy[K], se reduce en la cantidad de compensación integral dqcy. Por consiguiente, el valor QFIN de la cantidad de inyección de combustible ordenada, para el cilindro actualmente seleccionado #K, se reduce por la compensación del paso S120.

Cuando la variación de velocidad DNE[K] del cilindro #K es un valor positivo, es decir la velocidad del motor diesel 2, como resultado de la combustión en el cilindro actual #K, es menor que como resultado de la combustión en el cilindro precedente #K-1, la cantidad de compensación integral dqcy es un valor positivo, de forma que la cantidad de compensación del cilindro qcy[K] es incrementada en la cantidad de compensación integral dqcy. Por consiguiente, el valor QFIN de la cantidad de inyección de combustible ordenada, para el cilindro actual #K, es incrementado por la compensación del paso S120.

Cuando el valor absoluto de la variación de velocidad DNE[K] es comparativamente pequeño, es decir la velocidad como resultado de la combustión en el cilindro actual #K, y la velocidad como resultado de la combustión en el cilindro precedente #K-1, son casi iguales entre sí, la cantidad de compensación integral dqcy es casi cero, y la cantidad de compensación del cilindro qcy[K] permanece sustancialmente invariable, de modo que el valor ordenado QFIN de la cantidad de inyección de combustible del cilindro actual #K, permanece sustancialmente constante.

Refiriéndonos a continuación, a los diagramas de flujo de las figuras 7-10, se describirá una rutina de diagnosis preliminar, y una rutina de diagnosis principal. La rutina de diagnosis preliminar se ilustra en los diagramas de flujo de la figura 7, y la 8. Esta rutina es ejecutada repetidamente, para cada cambio del ángulo del cigüeñal CA en 180°.

La rutina de diagnosis preliminar se inicia con el paso S310, para determinar si el motor diesel 2 está en el estado de ralentí estable. Este paso S310 es idéntico al paso S210, en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación de cilindro, de la figura 3. Si el motor diesel 2 está en el estado de ralentí estable, es decir si se obtiene una decisión afirmativa (SI) en el paso S310, el flujo de control va a la etapa S320, para determinar si la velocidad del motor detectada NE es sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF. Este paso S320 es idéntico al paso S220, de la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro, de la figura 2.

Si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S310 o S320, el flujo de control va al paso S330 para poner a cero un contador de RETARDO Dcnt. Así, el contenido del contador de RETARDO Dcnt representa un período de tiempo, durante el cual el motor diesel 2 ha estado en el estado de ralentí estable, con su velocidad NE manteniéndose sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF. Más en concreto, el contenido del contador de RETARDO Dcnt, representa un número acumulativo de rotaciones de rotaciones del cigüeñal, mientras que se mantiene el motor diesel 2 en el estado de ralentí estable, con su velocidad NE manteniéndose sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF.

ES 2 270 944 T3

Los pasos S330 y S340 están seguidos por el paso S350, para determinar si el contenido del contador de RETARDO Dcnt, es mayor que un valor umbral Td. Este valor umbral Td proporciona un período de tiempo necesario para obtener las cantidades de compensación del cilindro qcy[K], para la totalidad de los cuatro cilindros, mediante implementar repetidamente los pasos S230-S250, en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro, de la figura 3.

Si el contenido del contador de RETARDO Dcnt es igual o menor que el umbral Td, es decir si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S350, el flujo de control va al paso S370. En el paso S370, se pone a 1 un valor "k". "k" identifica el cilindro cuya cantidad de compensación qcy[K] ha de ser diagnosticada. En este caso, se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina. Cuando el contenido del contador de RETARDO Dcnt ha excedido el valor umbral Td, como resultado de las operaciones incrementadas repetidamente del contador de RETARDO Dcnt, mientras que el motor diesel 2 se mantiene en el estado de ralentí estable con su velocidad sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF, es decir cuando se ha obtenido una decisión afirmativa (SI) en el paso S350, como resultado de las operaciones incrementadas repetidamente del contador Dcnt, después de obtenerse repetidamente las decisiones afirmativas (SÍ) en los pasos S310 y S320, el flujo de control va al paso S380, para determinar si un indicador de BAJO-DIAGNOSIS Xtst está en estado DESACTIVADO. Puesto que este indicador Xtst se pone inicialmente en estado DESACTIVADO, es decir puesto que se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S380, en el primer ciclo de ejecución de la actual rutina de diagnosis preliminar, el flujo de control va al paso S390, para determinar si la cantidad de compensación del cilindro qcy[K] obtenida en el paso S250, de la rutina del cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, es igual o mayor que cero. Puesto que este valor de identificación del cilindro "k" se pone inicialmente a "1", es verificado el valor de compensación qcy[1] del cilindro #1.

Si la cantidad de compensación del cilindro qcy[K] es igual o mayor que cero, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SI) en el paso S390, el flujo de control va al paso S400, para poner un indicador de SIGNO explus[k] en estado ACTIVADO. En el primer ciclo, el indicador de SIGNO explus[k] se pone en estado ACTIVADO. Si la cantidad de compensación del cilindro qcy[1] es menor que cero, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S390, el flujo de control va al paso S410, para poner el indicador de SIGNO explus[1] en estado DESACTIVADO.

Los pasos S400 y S410 están seguidos por el paso S420, para determinar si el valor absoluto de la cantidad de compensación del cilindro qcy[K], es igual o menor que un umbral de diagnosis preliminar A. Si el valor absoluto de la cantidad de compensación qcy[1] es igual o menor que el umbral A, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SI) en el paso S420, el flujo de control va al paso S430, para incrementar el valor de identificación del cilindro "k". En el primer ciclo de ejecución de la rutina de las figuras 7 y 8, el valor de identificación del cilindro "k" se incrementa a "2".

Si el valor absoluto de la cantidad de compensación qcy[1] es mayor que el umbral A, es decir si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S420, el flujo de control va al paso S440, para poner el indicador BAJO-DIAGNOSIS en el estado ACTIVADO. El paso S440 está seguido por el paso S430, para incrementar el valor de identificación del cilindro "k".

El paso S430 está seguido por el paso S450, para determinar si el valor de identificación del cilindro "k" es igual o menor que "4". A este respecto, se hace notar que el motor diesel 2 tiene cuatro cilindros #1-#4. Puesto que el valor de identificación "k" es ahora igual "2", se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S450, y el flujo de control vuelve al paso S390. Después de que los pasos S390-S450 han sido repetidos para la cantidad de compensación qcy[2], estos pasos se vuelven a repetir para las cantidades de compensación qcy[3], qcy[4], de los siguientes cilindros #3 y #4.

Cuando el valor de identificación del cilindro "k" se ha incrementado a "5", es decir cuando se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S450, el flujo de control va al paso S470, para determinar si el indicador BAJO-DIAGNOSIS Xtst está ahora en estado ACTIVADO. Si el indicador Xtst está en estado DESACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S470, el flujo de control va al paso S475 para poner a "0" el contador de RETARDO Dcnt, y termina un ciclo de ejecución de la rutina. El indicador BAJO-DIAGNOSIS Xtst en el estado DESACTIVADO, indica que los valores | qcy[K] | de la totalidad de los cuatro cilindros, son iguales o menores que el umbral A, es decir se obtuvo la decisión afirmativa (SI) en el paso S420, para la totalidad de los cuatro cilindros. En este caso, el contador de RETARDO Dcnt es reiniciado a "0", y la rutina de diagnosis preliminar de las figuras 7-8 es ejecutada de nuevo.

Si el indicador de DIAGNÓISIS-PRELIMINAR Xtst se pone en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S470, esto indica que el valor absoluto de la cantidad de compensación qcy[K] es mayor que el umbral A, al menos para uno de los cuatro cilindros #1-#4. En este caso, el flujo de control va al paso S480, para reiniciar un término de suma-resta dtst poniéndolo a "0". Se describirá ahora el término dtst. Después, es implementado el paso S490, para almacenar las cantidades de compensación de cilindro obtenidas previamente qcy[1], qcy[2], qcy[3] y qcy[4], como las respectivas variables qcyorg[1], qcyorg[2], qcyorg[3] y qcyorg[4], y finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

ES 2 270 944 T3

En el siguiente ciclo de ejecución de la rutina, después de los pasos S470-S490, se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S380, puesto que el indicador BAJO-DIAGNÓISIS Xtst está en el estado ACTIVADO, y finaliza el ciclo. Siempre que el indicador Xtst se mantenga en el estado ACTIVADO, no se implementa los pasos S390-S490, incluso si se mantiene la decisión afirmativa (SÍ) en los pasos S310, S320 y S350.

Después se describirá la rutina de diagnóstico principal, con referencia al diagrama de flujo de las figuras 9 y 10. Esta rutina también es ejecutada con una duración de ciclo correspondiente a un cambio del ángulo del cigüeñal CA, en 180°. La actual rutina de diagnóstico principal da comienzo con el paso S500, para determinar si el indicador de RETORNO GRADUAL Xret está en estado DESACTIVADO. Puesto que este indicador se pone inicialmente en el estado DESACTIVADO, se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en el primer ciclo de ejecución de la rutina, y el flujo de control va al paso S510, para determinar si el motor diesel 2 está en el estado de ralentí estable. Este paso S510 es idéntico al paso 210 en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro, de la figura 3. Si el motor diesel 2 está en el estado de ralentí estable, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S510, el flujo de control va al paso S520, para determinar si la velocidad del motor detectada NE es sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada NF. Este paso S520 es idéntico al paso S220 en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación, de la figura 3.

Si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S510 o en el S520, el flujo de control va al paso S525, para poner el indicador BAJO-DIAGNÓISIS Xtst en estado DESACTIVADO, y después va al paso S526 para reiniciar el contador de RETARDO Dcnt a "0". El paso S526 está seguido por el paso S530, para poner el indicador PERMITIR CÁLCULO Xqcy en estado ACTIVADO, y va al paso S540 para incrementar un valor de identificación del cilindro "m", en concreto para poner el valor "m" a "1", en el primer ciclo de ejecución de la rutina. Así finaliza un ciclo de ejecución de la rutina. En este caso, en que el indicador Xtst se pone en estado DESACTIVADO, se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S380, en la rutina de diagnóstico preliminar de las figuras 7 y 8, y los pasos S390-S490 pueden ser implementados de nuevo. Además, aunque el indicador Xqcy está en el estado ACTIVADO, se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S200 de la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, y puede actualizarse la cantidad de compensación del cilindro qcy[K], en el paso S240.

Si el motor diesel 2 está en estado de ralentí estable, con su velocidad NE siendo sustancialmente igual a la velocidad de ralentí deseada, es decir si se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en los pasos S510 y S520, el flujo de control va al paso S550, para determinar si el indicador BAJO-DIAGNÓISIS Xtst está en el estado ACTIVADO. Si el indicador Xtst está en el estado DESACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S550, el flujo de control va al paso S530, para poner el indicador PERMITIR CÁLCULO Xqcy en el estado ACTIVADO. El paso S530 está seguido por el paso S540, para poner el valor "m" a "1", y finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

Si el indicador Xtst está en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S550, el flujo de control va al paso S560, para poner el indicador de PERMITIR CÁLCULO Xqcy en el estado ACTIVADO. En este caso, la decisión negativa (NO) es obtenida en el paso S200, en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, de forma que la cantidad qcy[K] de compensación del cilindro, para cada cilindro, no es actualizada en la rutina de la figura 3.

Después es implementado el paso S570, para calcular el término dtst de adición-sustracción, de acuerdo con la siguiente ecuación (4):

$$dtst \leftarrow dtst + dp \quad \dots (4)$$

En la ecuación anterior (4), "dq" representa un valor de cambio gradual provisto para incrementar gradualmente el valor de suma-resta dtst.

Después, el flujo de control va al paso S580 para determinar si el indicador de SIGNO explus[m] está en el estado ACTIVADO. En el primer ciclo de ejecución de la rutina, el valor "m" es igual a "1", una determinación de si el indicador de SIGNO explus[1] está en el estado ACTIVADO. Si el indicador explus[1] está en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S580, el flujo de control va al paso S590, para actualizar la cantidad de compensación del cilindro qcy[m], de acuerdo con la siguiente ecuación (5):

$$qcy[m] \leftarrow qcyorg[m] - dtst \quad \dots (5)$$

Si el indicador explus[m] está en el estado DESACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S580, el flujo de control va al paso S600, para actualizar la cantidad de compensación del cilindro qcy[m] de acuerdo con la siguiente ecuación (6):

$$qcy[m] \leftarrow qcyorg[m] + dtst \quad \dots (6)$$

ES 2 270 944 T3

Así, cuando la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m]$ es igual o mayor que cero, esta cantidad $qcy[m]$ es reducida por el término de suma-resta $dtst$, que se incrementa gradualmente de forma que la cantidad de inyección de combustible se reduce gradualmente. Cuando la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m]$ es menor que cero, esta cantidad $qcy[m]$ es incrementada en el término de suma-resta $dtst$ que se incrementa gradualmente, de forma que se incrementa gradualmente la cantidad real de inyección de combustible.

Los pasos S590 y S600 están seguidos por el paso S610, para calcular la variación de velocidad de $DNE[m]$ de acuerdo con la siguiente ecuación (7):

$$DNE[m] \leftarrow TNH[m] - TNH[m - 1] \quad \dots (7)$$

El cálculo acorde con la anterior ecuación (7), es el mismo que el cálculo llevado a cabo en el paso S230 de acuerdo con la ecuación (2).

El paso S610 está seguido por el paso S620, para determinar si el valor absoluto de la variación de la velocidad $DNE[m]$ es mayor que un umbral B. Si el valor $|DNE[m]|$ es igual o menor que el umbral B, es decir si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S620, el flujo de control va al paso S630, para determinar si el término de suma-resta $dtst$ es mayor que un umbral D. Si el valor $dtst$ es igual o menor que el umbral D, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S630, finaliza un ciclo de ejecución de la rutina actual. Por consiguiente, la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m]$ es modificada gradualmente, siempre que el valor absoluto de la variación de velocidad $DNE[m]$ sea igual o menor que el umbral B, y el término de suma-resta $dtst$ sea igual o menor que el umbral D, es decir siempre que se obtenga la decisión negativa (NO) en los pasos S620 y S630, mientras que la cantidad de inyección de combustible se incrementa o reduce gradualmente, mediante la implementación de los pasos S590 y S600. En otras palabras, el valor ordenado QFIN de la cantidad de inyección de combustible de cada cilindro, se incrementa o reduce gradualmente, mediante el incremento o reducción graduales de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$, que ha sido descrita con respecto al paso S120, en la rutina de control de la inyección de combustible de la figura 2, y está calculada de acuerdo con el anterior ecuación (1).

Si el valor $|DNE[m]|$ se ha hecho mayor que el umbral B, antes de que el término $dtst$ se haya hecho mayor que el umbral D, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620, antes de que se haya obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S630, con un incremento de la variación de velocidad $DNE[m]$ como resultado del cambio gradual de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m]$, esto significa que la variación de velocidad $DNE[m]$ se ha incrementado como se esperaba, debido a un cambio en la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m]$, basado en el término de suma y resta $dtst$. Por lo tanto en este caso, el flujo de control va al paso S640, para diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #m, es normal. El paso S640 está seguido por el paso S650, para incrementar el valor de identificación del cilindro "m". Si se diagnostica que el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #1 es normal, el valor "m" es incrementado a "2".

El paso S650 está seguido por el paso S660, para determinar si el valor de identificación del cilindro "m" es igual o menor que "4". Puesto que el valor "m" es ahora igual a "2", se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S660, y el flujo de control va al paso S670, para reiniciar el término de suma-resta $dtst$, poniéndolo a "0". Después se implementa el paso S680, para reiniciar el indicador RETORNO GRADUAL Xret en el estado ACTIVADO, y finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

En el siguiente ciclo de ejecución de la rutina de las figuras 9 y 10, el indicador Xret se pone en el estado ACTIVADO, es decir se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S500, no se lleva a cabo ninguna operación en la práctica. En este caso se ejecuta una rutina de control de retorno gradual (que se describirá), para devolver gradualmente a la cantidad de compensación del cilindro $qcy[1]$ al valor original $qcyorg[1]$.

Después de que se ha devuelto la cantidad de compensación del cilindro $qcy[1]$ al valor original $qcyorg[1]$, el indicador de RETORNO GRADUAL Xret es reiniciado en el estado DESACTIVADO, en la rutina de control de retorno gradual, de forma que se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S500. Por consiguiente, la operación descrita arriba se repite para el cilindro #2. Descrita en detalle, la cantidad de compensación $qcy[2]$ para el cilindro lo de #2, se incrementa o reduce gradualmente en los pasos S590, S600, en función del estado del indicador de SIGNO $explus[2]$, y en el paso S620 se efectúa la determinación de si el valor absoluto de la variación de velocidad $DNE[2]$ es mayor que el umbral B.

Si el valor $|DNE[2]|$ se ha hecho mayor que el umbral B antes de que el término $dtst$ se haya hecho mayor que el umbral D, es decir si se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620 antes de que se obtenga la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S630, con un incremento de la variación de la velocidad $DNE[2]$ como resultado del cambio gradual de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[2]$, esto significa que la variación de velocidad $DNE[2]$ se ha incrementado como se esperaba, debido a un cambio en la cantidad de compensación del cilindro $qcy[2]$, basado en el término de suma-resta $dtst$. Por lo tanto en este caso, el flujo de control va al paso S640, para diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #2 es normal. El paso S640 está seguido por el paso S650, para incrementar el valor de identificación del cilindro "m" a "3". Puesto que el valor "m" es ahora igual a "3", se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S660, y el flujo de control va al paso S670 para reiniciar el valor de suma-

ES 2 270 944 T3

resta dtst poniéndolo a “0”. Después se implementa el paso S680, para poner el indicador de RETORNO GRADUAL en estado ACTIVADO, y finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

5 En el siguiente ciclo de ejecución de la rutina, de las figuras 9 y 10, el indicador Xret se pone en el estado ACTIVADO, es decir se obtiene la decisión negativa (NO) en el paso S500, de forma que no se lleva a cabo ninguna operación en la práctica. En este caso, la rutina de control de retorno gradual, (que se describirá) se ejecuta para devolver gradualmente la cantidad de compensación del cilindro qcy[2], al valor original qcyorg[2].

10 Después de que se ha devuelto la cantidad de compensación del cilindro qcy[2] al valor original qcyorg[2], el indicador de RETORNO GRADUAL Xret se reinicia al estado DESACTIVADO, en la rutina de control de retorno gradual, de forma que se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S500. Por consiguiente, la operación descrita se repite para el cilindro #3. Descrita en detalle, la cantidad de compensación qcy[3] para el cilindro #3, se incrementa o reduce gradualmente en los pasos S590, S600, dependiendo del estado de indicador de SIGNO explus [3], y en el paso S620 se realiza la determinación de si el valor absoluto de la variación de velocidad DNE[3] es mayor que el umbral B.

20 Si el valor | DNE[3] | se ha hecho mayor que el umbral B, es decir si se ha obtenido la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620, el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #3 se diagnostica como normal, y la cantidad de compensación qcy[3] para el cilindro #3 es devuelta gradualmente al valor original qcyorg[3]. Después, la cantidad de compensación qcy[4] para el cilindro #4, se incrementa o disminuye gradualmente en los pasos S590, S600, en función del estado de indicador de SIGNO explus[4], y en el paso S620 se lleva a cabo la determinación de si el valor absoluto de la variación de velocidad DNE[4], es mayor que el umbral B.

25 Si el valor |DNE[4]| se ha hecho mayor que el umbral B, es decir si se ha obtenido la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620, el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #4 se diagnostica como normal. Después, el valor de identificación del cilindro “m” se incrementa a “5” en el paso S660, de forma que se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S660. El indicador de RETORNO GRADUAL Xret se pone después en el estado ACTIVADO en el paso S680, y finaliza un ciclo de ejecución de la rutina. Por consiguiente, la cantidad de compensación qcy[4] para el cilindro #4, se devuelve gradualmente al valor original qcyorg[4] en la rutina de control de retorno gradual.

30 Con la cantidad de compensación qcy[4] devuelta al valor original qcyorg[4], el indicador PERMITIR CÁLCULO Xqcy se pone en el estado ACTIVADO, en la rutina de control de retorno gradual, y el indicador BAJO DIAGNOSIS Xtst se expone en el estado DESACTIVADO. Puesto que indicador Xqcy está en el estado ACTIVADO, el cálculo de la cantidad de compensación acorde con la rutina de cálculo de la figura 3, puede llevarse a cabo en la práctica. Puesto que el indicador Xtst está en el estado DESACTIVADO, puede dar comienzo la diagnosis preliminar acorde con la rutina de las figuras 7 y 8, mientras que la diagnosis principal acorde con la rutina de las figuras 9 y 10 no se efectúa en la práctica.

40 En referencia ahora al diagrama de flujo de la figura 11, se describirá la rutina de control de retorno gradual. Esta rutina se ejecuta con un tiempo de ciclo que corresponde a un cambio del ángulo del cigüeñal CA, de 180°. La rutina da comienzo con el paso S810 para determinar si el indicador de RETORNO GRADUAL Xret está en el estado ACTIVADO. Si el indicador Xret está en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (NO) en el paso S810, finalizará un ciclo de ejecución de la rutina.

45 Si el indicador de RETORNO GRADUAL Xret se ha puesto en el estado ACTIVADO en el paso S680 en la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S810, y el flujo de control va al paso S820 para determinar si el indicador de SIGNO explus(m-1) está en estado ACTIVADO. Si, por ejemplo, se diagnostica que se el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #1 es normal, en el paso S620, en la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, con la decisión afirmativa (SÍ) obtenida en el paso S620 se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S680. En este caso, el valor de identificación del cilindro “m” se pone a “2”.

50 Si el valor “m” es igual a “2”, la determinación en el paso S820 sobre si el indicador de SIGNO explus(m-1) está en el estado ACTIVADO, es una determinación de si el indicador de SIGNO explus[1] está en el estado ACTIVADO. Si el indicador de SIGNO explus[m-1] está en el estado ACTIVADO, es decir si se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S820, el flujo de control va el paso S830 para actualizar la cantidad de compensación del cilindro qcy [m-1], de acuerdo con la siguiente ecuación (8):

$$60 \quad qcy[m - 1] \leftarrow qcy[m - 1] + dret \quad \dots (8)$$

65 En la ecuación anterior (8), el valor dret es un valor de retorno gradual para devolver gradualmente la cantidad de compensación del cilindro qcy[m-1]. La cantidad de retorno gradual dret puede ser la misma que el valor de cambio gradual “dq” descrito arriba.

Si la cantidad de compensación del cilindro qcy[m-1] ha sido reducida gradualmente en el paso S590, en la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, la cantidad de compensación del cilindro qcy[m-1] es incrementada por el valor de retorno gradual dret, de forma que la cantidad qcy[m-1] es gradualmente devuelta al valor original.

ES 2 270 944 T3

Después, el flujo de control va al paso S840, para determinar si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ es igual o mayor que la variable $qcyorg[m-1]$, que es el valor original. Si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ es menor que la variable $qcyorg[m-1]$, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S840, significa que la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ no ha sido devuelta al valor original $qcyorg[m-1]$. En este caso, finalizará un ciclo de ejecución de la rutina.

Si el indicador $explus[m-1]$ está en el estado DESACTIVADO, es decir si se ha obtenido la decisión negativa (NO) en el paso S820, el flujo de control va al paso S850 para actualizar la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$, de acuerdo con la siguiente ecuación (9):

$$qcy[m - 1] \leftarrow qcy[m - 1] - dret \quad \dots (9)$$

El valor de retorno gradual $dret$ de la anterior ecuación (9) ha sido descrito arriba.

Si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ ha sido incrementada gradualmente en el paso S600, en la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ es reducida por el valor de retorno gradual $dret$, de forma que la cantidad $qcy[m-1]$ es gradualmente devuelta al valor original.

Después, el flujo de control va al paso S860, para determinar si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ es igual o menor que la variable $qcyorg[m-1]$, que es el valor original. Si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ es mayor que la variable $qcyorg[m-1]$, es decir si se ha obtenido una decisión negativa (NO) en el paso S60, esto significa que la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ no ha sido devuelta al valor original $qcyorg[m-1]$. En este caso, se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina.

Si la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$ ha sido devuelta al valor original $qcyorg[m-1]$, y se ha obtenido una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S840 o S860, como resultado de la implementación repetida del paso S830 o S850, el flujo de control va al paso S60 para fijar la variable $qcyorg[m-1]$, como la cantidad de compensación del cilindro $qcy[m-1]$, y va al paso S880 para poner el indicador de RETORNO GRADUAL $Xret$ en el estado DESACTIVADO.

Después, el flujo de control va al paso S890 para determinar si el valor "m-1" es igual a "4". Puesto que ahora el valor "m" es igual a "2", se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S890, y se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina. En el siguiente ciclo de ejecución, el indicador $Xret$ está en el estado DESACTIVADO, y se obtiene la decisión negativa (NO) en el paso S810, de forma que no se lleva a cabo en la práctica ninguna operación en la rutina de control de retorno gradual de la figura 11. Por otra parte, la decisión afirmativa (SÍ) se obtiene en el paso S500 en la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, puesto que el indicador $Xret$ está en el estado DESACTIVADO, de modo que el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #2 se diagnostica como se ha descrito arriba, puesto que ahora el valor "m" es igual a "2".

Si se diagnostica que el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #2 es normal, en la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, el indicador de RETORNO GRADUAL $Xret$ se pone en el estado ACTIVADO en el paso S680, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11 es ejecutada para el cilindro #3, del mismo modo que se ha descrito arriba. Después, el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #3 es diagnosticado como se ha descrito arriba. Si el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #3 se diagnostica como normal, la rutina de control de retorno gradual de la figura 11 se ejecuta para el cilindro #4, del mismo modo que se ha descrito arriba. Después, es diagnosticado el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #4 y, si el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #4 es diagnosticado como normal, la rutina de control de retorno gradual de la figura 11 es ejecutada con el valor de "m" como "5".

En la rutina de control de retorno gradual de la figura 11 con el valor de "m" como "5", la cantidad de compensación $qcy[4]$ se devuelve al valor original $qcyorg[4]$ en el paso S70, y el indicador $Xret$ se pone en el estado DESACTIVADO en el paso S880. Después se implementa el paso S890 para determinar si el valor "m-1" es igual "4", y se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S890. Como resultado, el indicador PERMITIR CÁLCULO $Xqcy$ se pone en el estado ACTIVADO en el paso S900, y el indicador BAJO DIAGNÓISIS $Xtst$ se pone en el estado DESACTIVADO en el paso S910. Después, el contador de RETARDO $Dcnt$ es reiniciado en el paso S911, y se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina de la figura 11.

En el siguiente ciclo de ejecución de la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, el indicador $Xret$ se pone en el estado DESACTIVADO, y no se lleva a cabo en la práctica ninguna operación. Puesto que el indicador $Xqcy$ está puesto en el estado ACTIVADO, el cálculo de la cantidad de compensación de acuerdo con la rutina de cálculo de la figura 3, puede llevarse a cabo en la práctica. Puesto que el indicador $Xtst$ está en el estado DESACTIVADO, puede dar comienzo la diagnosis preliminar acorde con la rutina de las figuras 7 y 8, mientras que la diagnosis principal acorde con la rutina de las figuras 9 y 10 no se lleva a cabo en la práctica.

Cuando se diagnóstica que no está defectuoso el sistema de alimentación de combustible, para ninguno de los cuatro cilindros como se ha descrito arriba, la rutina de cálculo en la cantidad de compensación del cilindro del 3, y la rutina de diagnosis preliminar de las figuras 7 y 8, son ejecutadas de nuevo, tal como se ha descrito arriba.

ES 2 270 944 T3

El diagrama temporal de la figura 2 muestra un ejemplo en que se diagnostica que el sistema de alimentación de combustible está defectuoso, para cualquier cilindro. En este diagrama de flujo, el contador de RETARDO Dcnt ha excedido el umbral Td con la decisión afirmativa (SÍ) obtenida en el paso S350, en la rutina de diagnosis preliminar de las figuras 7 y 8, en un momento de tiempo "t1", y son implementados los pasos S390-2450. Como resultado, el valor absoluto de la cantidad de compensación qcy[2] es mayor que el umbral A, con la decisión negativa (NO) obtenida en el paso S420, de forma que el indicador BAJO DIAGNÓISIS Xtst se pone en el estado ACTIVADO en el paso S440.

El indicador PERMITIR CÁLCULO Xqcy se pone en el estado DESACTIVADO en el paso S570, en la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, y la cantidad de compensación qcy[1] para él el cilindro #1, se reduce gradualmente durante un período temporal entre momentos "t1" y "t2", y se incrementa gradualmente durante un periodo de tiempo entre momentos "t2" y "t3", puesto que la cantidad qcy[1] es igual o mayor que cero. Puesto que la cantidad de compensación qcy[1] para el cilindro #1 se diagnostica como normal, la cantidad de compensación qcy[2] para el cilindro #2 es reducida gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t3" y "t4", y es incrementa gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t4" y "t5", puesto que la cantidad qcy[2] es igual o mayor que cero. Puesto que la cantidad de compensación qcy[2] para el cilindro #2 también se diagnostica como normal, la cantidad de compensación qcy[3] para el cilindro #3 se incrementa gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t5" y "t6", y se reduce gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t6" y "t7", puesto que la cantidad qcy[3] es menor que cero. Puesto que la cantidad de compensación qcy[3] para el cilindro #3 también se diagnostica como normal, la cantidad de compensación qcy[4] para el cilindro #4 se reduce gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t7" y "t8", y se incrementa gradualmente durante un período de tiempo entre los momentos "t8" y "t9", puesto que la cantidad qcy[4] es igual o mayor que cero. Puesto que esta cantidad de compensación qcy[4] para el cilindro #4 también se diagnostica como normal, el indicador de RETORNO GRADUAL Xret se reinicia al estado DESACTIVADO, en el paso S880, y el indicador PERMITIR CÁLCULO Xqcy se reinicia al estado DESACTIVADO en el paso S900, mientras que el indicador BAJO DIAGNÓISIS Xtst se reinicia al estado DESACTIVADO. Por consiguiente, se inician en la práctica el cálculo de la cantidad de compensación acorde con la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, y la diagnosis preliminar acorde con la rutina de diagnosis preliminar de las figuras 7 y 8, mientras que la diagnosis principal acorde con la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, no se lleva a cabo en la práctica.

Si, por ejemplo, la válvula de inyección de combustible 4 para el cilindro #2 deviene defectuosa, en su función para ajustar la cantidad de inyección de combustible, debido al deterioro de la función de su válvula de control electromagnético 4a para ajustar su período de apertura, durante la ejecución de las rutinas descritas arriba, la duración temporal TNH[2] del cilindro #2 es mayor que la duración temporal TNH[1] del cilindro #1, por ejemplo. Por consiguiente, la variación de velocidad DNE[2] calculada de acuerdo con la anterior ecuación (2) en el paso S230 es un valor positivo, y la cantidad de compensación integral positiva dqcy finaliza en el paso S240, de acuerdo con el gráfico de la figura 6, de modo que esta cantidad de compensación integral dqcy es añadida a la cantidad de compensación qcy[2], en el paso S250. Si en el paso S420, en la rutina de diagnosis preliminar de las figuras 7 y 8 se determina que la cantidad de compensación qcy[2] se hace mayor de un umbral A, es decir si se obtiene la decisión negativa (NO) en el paso S420, como resultado de la suma de la cantidad de compensación integral dqcy a la cantidad de compensación qcy[2], el indicador BAJO DIAGNÓISIS Xtst se pone en el estado ACTIVADO, en el paso S440.

Con el indicador Xtst en el estado ACTIVADO, la diagnosis principal acorde con la rutina de las figuras 9 y 10 se inicia en la práctica, y es diagnosticado inicialmente el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #1, mediante cambiar gradualmente la cantidad de combustible a ser inyectado desde la válvula de inyección de combustible 4, al el cilindro #1. En ausencia de un defecto del sistema de alimentación de combustible para el cilindro #1, el valor absoluto de la variación de velocidad DNE[1] excede el umbral B antes de que el término de suma-resta dtst exceda el umbral D, es decir se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620, antes de que se obtenga la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S630. Por consiguiente, el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #1 se diagnostica como normal en el paso S640. Después de que la cantidad de compensación qcy[1] se devuelve al valor original, se inicia la diagnosis principal del sistema de combustible para el cilindro #2, de acuerdo con la rutina de las figuras 9 y 10. En este ejemplo específico, en el que la válvula de control electromagnético 4a para el cilindro #2 está deteriorada, en cuando a su función de ajustar su periodo de apertura, la cantidad de la inyección de combustible hacia el cilindro #2 no es realmente cambiada de acuerdo con una orden aplicada a la válvula de control electromagnético 4a, de la correspondiente válvula de inyección de combustible, incluso si el valor ordenado de la cantidad de combustible a ser inyectada desde la válvula de inyección de combustible 4 al cilindro #2, se reduce gradualmente, es decir incluso si el tiempo de apertura ordenada de la válvula de control electromagnética 4a, de tal válvula de inyección de combustible 4 se reduce gradualmente, mediante incrementar gradualmente el término de suma-resta dtst en el paso S590.

Por consiguiente, el término de suma-resta dtst excede el valor umbral D antes de que la variación de velocidad DNE[2] exceda el valor umbral B, es decir se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S620. Esto se indica por una línea punteada en la figura 12, en la que "ta" indica en instante en que el término suma-resta dtst excede el umbral D.

Por consiguiente, el sistema de alimentación de combustible para el cilindro #2 se diagnostica como defectuoso en el paso S690, y se lleva a cabo una operación adecuada de reparación en el paso S700, para tratar el defecto. En concreto, es interrumpido el control normal del motor diesel 2, y da inicio la operación de reparación, como un

ES 2 270 944 T3

proceso de “funcionamiento limitado”. El paso S700 está seguido por el paso S710, para poner el indicador BAJO DIAGNÓISIS Xtst en el estado DESACTIVADO, y es finalizado un ciclo de ejecución de la rutina.

En la primera realización de esta invención, que ha sido descrita arriba, la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3, corresponde al medio de control de realimentación, para el control por realimentación del sistema de alimentación de combustible, mientras que la rutina de diagnóstico preliminar de las figuras 7 y 8, la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, en la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, corresponden al medio de diagnóstico para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible de cada cilindro.

El aparato de diagnóstico acorde con la primera realización descrita arriba, tiene las siguientes ventajas:

- (1) La rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, están formuladas para realizar un ajuste de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, para cada cilindro para, de ese modo, diagnosticar el sistema de alimentación de combustible. Así, el sistema de alimentación de combustible no es diagnosticado solo en base a la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$ calculada en la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3. El presente aparato de diagnóstico permite la diagnosis precisa del sistema de alimentación de combustible, no solo para un defecto de agarrotamiento de la válvula de control electromagnética 4a de la válvula de inyección 4, sino también otras anomalías relativas a las acciones de apertura y cierre de la válvula 4a, como al deterioro de su función para ajustar su periodo de apertura.

La rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, son ejecutadas cuando el valor absoluto de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$, calculada de acuerdo con la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del fin la 3, se hace mayor que el umbral A. Es decir, cuando la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$ está fuera del rango de referencia predeterminado, existe una alta probabilidad de que el sistema de alimentación de combustible esté defectuoso. En este caso, son ejecutadas la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11. Esta disposición asegura una precisión mejorada en la diagnosis del sistema de alimentación de combustible, en búsqueda de anomalías.

Además, el ajuste de diagnóstico de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, solo cuando la cantidad de compensación $qcy[K]$ está fuera del rango de referencia, impide un cambio innecesario del estado de combustión de cada cilindro, e impide el deterioro del consumo de combustible y de la emisión de gases del motor diesel 2, y minimiza la vibración del motor diesel 2 de vida a una variación en su velocidad de rotación.

- (2) De acuerdo con la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, la ejecución de la rutina de cálculo de la cantidad de compensación del cilindro de la figura 3 finaliza cuando la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$, cae fuera del rango de referencia. Después, la cantidad de compensación $qcy[K]$ para el cilindro actualmente preseleccionado es incrementada, o reducida, con objeto del diagnóstico. En base a la variación de velocidad del motor diesel 2, que está provocada por el incremento o reducción de la cantidad de compensación $qcy[K]$, se diagnostica la anomalía el sistema de alimentación de combustible para el cilindro actualmente preseleccionado #K.

La rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10 está configurada para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, para el cilindro actualmente seleccionado, de forma que el sistema de alimentación de combustible es normal si la velocidad de rotación del motor diesel varía de acuerdo con el incremento o reducción de diagnóstico, de la cantidad de compensación $qcy[K]$, y está defectuoso si la velocidad de rotación no varía de acuerdo con el incremento o reducción de diagnosis, de la cantidad de compensación $qcy[K]$. Esta configuración permite la diagnosis eficiente y más precisa del sistema de alimentación de combustible.

- (3) El incremento o reducción de diagnosis sistemática, de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$, es implementado gradualmente. Este incremento o reducción, graduales, de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$, es eficaz para minimizar la vibración del motor diesel 2, debido a su variación de velocidad provocada por el incremento o reducción de diagnosis. Además, la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$ se devuelve gradualmente al valor original, previo a efectuarse el incremento o reducción gradual de diagnosis. Este retorno gradual también es eficaz para minimizar la vibración del motor diesel 2, debida a su variación de velocidad provocada por el cambio inverso de la cantidad de compensación del cilindro.

Segunda Realización

En la primera realización de esta invención que ha sido descrita, la rutina de diagnóstico principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, son ejecutadas para todos los cilindros cuando la cantidad de compensación $qcy[K]$, para cualquiera de los cilindros, cae fuera del rango de referencia predeterminado. El estado defectuoso del sistema de alimentación de combustible para un cilindro dado, tiende a tener una influencia significativa a en las cantidades de compensación $qcy[K]$, de los cilindros cuyas carreras de combustión tienen lugar una carrera antes de la carrera de combustión del cilindro cuyo sistema de alimentación de combustible está defectuoso. A la vista de esta tendencia, la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, pueden ser ejecutadas solo para los tres cilindros indicados arriba, en concreto el cilindro cuya cantidad de compensación $qcy[K]$ cae fuera del rango de referencia, y los dos cilindros cuyas carreras de combustión preceden,

y siguen, la del cilindro cuya cantidad de compensación está fuera del rango de preferencia. Así, puede limitarse la diagnosis a los cilindros que son comparativamente similares al defectuoso. Esta disposición hace posible minimizar el tiempo requerido para la ejecución de la rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10, y la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, teniendo como resultado una influencia consecuentemente reducida de la diagnosis en la liberación, y de la emisión del escape del motor diesel 2.

Tercera Realización

La rutina de diagnosis principal de las figuras 9 y 10 en la primera realización, está formulada de modo que el paso S690, en el que se diagnostica el sistema de alimentación de combustible para un cilindro dado, cuando se ha obtenido la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S630, está seguido por el paso S700, en el que se lleva a cabo una operación de reparación adecuada, para tratar el defecto. En este caso, no se lleva a cabo la diagnosis del otro cilindro, o cilindros. Sin embargo, la rutina de diagnosis principal de la figura 9 puede modificarse, como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 13, que se corresponde con la figura 10. En esta rutina modificada, el flujo de control va al paso S650, cuando el sistema de alimentación de combustible para un cilindro dado se diagnostica como defectuoso en el paso S690, en base a la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S630. Así, se diagnostica los sistemas de alimentación de combustible para la totalidad de los cilindros, de acuerdo con esta rutina modificada, de modo que todos los cilindros cuyos sistemas de alimentación de combustible están defectuosos, pueden ser identificados cuando están defectuosos los sistemas de alimentación de combustible para dos, o más, de los cilindros. Además, la tercera realización está configurada para ejecutar una rutina de control de retorno gradual, ilustrada en el diagrama de la figura 14, en lugar de la rutina de control de retorno gradual de la figura 11, utilizada en la primera realización, cuando el sistema de alimentación de combustible para cualquiera de los cilindros se diagnostica como defectuoso. De acuerdo con la rutina de control de retorno gradual de la figura 14, son implementados los pasos S900–S911 cuando el valor “m-1” se hace igual a “4”, es decir cuando se obtiene la decisión afirmativa (SÍ) en el paso S890, seguidos por el paso S912, para determinar si está defectuoso el sistema de alimentación de combustible, para cualquiera de los cilindros. Si no está defectuoso ninguno de los sistemas de alimentación de combustible para todos los cilindros, es decir si se obtiene una decisión negativa (NO) en el paso S912, se finaliza un ciclo de ejecución de la rutina. Si está defectuoso el sistema de alimentación de combustible para cualquiera de los cilindros, es decir si se obtiene una decisión afirmativa (SÍ) en el paso S912, el flujo de control va al paso S914, en el que se lleva a cabo la operación de reparación adecuada, para tratar el defecto. En el paso S912, se finaliza el normal funcionamiento del motor diesel 2, y es iniciada la operación de reparación, tal como el proceso de “funcionamiento limitado”, para encargarse del defecto. El proceso de funcionamiento limitado, es una operación para guardar datos en soporte lógico al efecto de minimizar problemas que podrían estar provocados por el sistema de alimentación de combustible defectuoso.

Cuarta Realización

En la primera realización, el cambio de diagnosis de la cantidad de compensación del cilindro $qcy[K]$ se lleva a cabo solo una vez, y el sistema de alimentación de combustible para un cilindro dado se diagnostica como defectuoso, si la velocidad del motor no varía de acuerdo con la cantidad diagnosticada, de la cantidad de compensación qcy para tal cilindro. Sin embargo la precisión del diagnóstico puede mejorarse, mediante efectuar dos o más cambios graduales de diagnóstico, de la cantidad de compensación $qcy[K]$ de cada cilindro. En este caso, el sistema de alimentación de combustible para un cilindro dado es diagnosticado como defectuoso, solo si la velocidad del motor no varía de acuerdo con la totalidad de los dos, o más, cambios graduales de diagnóstico de la cantidad de compensación $qcy[K]$. Alternativamente, la diagnosis puede efectuarse dependiendo de si el número de cambios graduales de diagnóstico, mediante el cual varía la velocidad del motor correspondientemente, y el número de cambios graduales de diagnóstico mediante el que la velocidad del motor no varía correspondientemente. En otra alternativa, el sistema de alimentación de combustible puede diagnosticarse como defectuoso si la velocidad del motor no varía de acuerdo con alguno de los dos, o más, cambios graduales de diagnóstico. La cuarta realización de esta invención utiliza solo uno, de los métodos de diagnóstico alternativos descritos arriba.

Si bien se ha descrito arriba las realizaciones primera hasta cuarta de la presente invención, la presente invención puede cubrir otras realizaciones, tales como las siguientes modificaciones y variantes:

- (1) Un aparato para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, provisto con un medio de control por realimentación, para determinar una cantidad de compensación, en base a una desviación de un estado operativo actual, del motor de combustión interna, con respecto a un estado operativo deseado de este, y controlar el sistema de alimentación de combustible, por realimentación, mediante compensar un valor ordenado de una cantidad de inyección de combustible, mediante el sistema de alimentación de combustible en un motor de combustión interna, de acuerdo con la cantidad de compensación, de modo que el motor de combustión interna es manejado en el estado operativo deseado, caracterizado por comprender medios de diagnosis, para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible por medio de efectuar un ajuste de diagnóstico, de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible.
- (2) El aparato caracterizado porque el medio de diagnosis indicado arriba, para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible al efecto de llevar a cabo el ajuste de diagnóstico de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, está configurado para finalizar o inhibir el control por realimentación, del medio de control por realimentación, cuando la cantidad de compensación para cualquiera de

ES 2 270 944 T3

los cilindros del motor de combustión interna, cae fuera del rango de referencia predeterminado, y además está configurado para efectuar ajustes de diagnóstico, de las condiciones operativas de los sistemas de alimentación de combustible, para el cilindro indicado arriba, y los dos cilindros cuyas carreras de combustión tienen lugar una carrera antes, y una carrera después, de la del cilindro indicado arriba, de forma que los sistemas de alimentación de combustible son diagnosticados en base a un resultado de los ajustes de diagnosis.

- (3) El aparato caracterizado porque el medio de diagnosis indicado arriba, está configurado para efectuar un incremento o reducción de diagnóstico, de la cantidad de compensación de cada, al menos un, cilindro seleccionado del motor de combustión interna y diagnosticar, para el sistema de alimentación de combustible para cada uno de los cilindros seleccionados, que es normal cuando una cantidad de variación de la velocidad de rotación del motor de combustión interna, provocada por el incremento o reducción de diagnóstico de la cantidad de compensación, es mayor que un umbral predeterminado, y defectuoso cuando la cantidad de variación no es mayor que el umbral predeterminado.

Si bien la presente invención ha sido descrita arriba en sus realizaciones actualmente preferidas, debe comprenderse que la presente invención no está limitada a los detalles de las realizaciones preferidas, sino que puede ser realizada con otras diversas modificaciones de las realizaciones ilustradas, dentro del alcance de la presente invención, que está definido en las reivindicaciones anexas.

Un aparato y método, para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, donde se determina una cantidad de compensación (qcy) para cada cilindro, en base a una desviación (DNE) de un estado operativo real del motor, con respecto a un estado operativo deseado de este, y el sistema de alimentación de combustible es controlado por realimentación, para compensar un valor ordenado (QFIN) de una cantidad de inyección de combustible mediante el sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna, de acuerdo con la cantidad de compensación. El aparato y el método incluyen, respectivamente, un dispositivo de diagnóstico (52), y una etapa de diagnóstico para llevar a cabo un ajuste sistemático de diagnóstico (en las etapas S590 y S600) de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible, para cada cilindro, cuando el valor absoluto de la cantidad de compensación (qcy) excede un umbral predeterminado (A) (cuando se obtiene la decisión afirmativa en el paso S550), y para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible en base a una variación de velocidad del motor, provocada por el ajuste.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna (2), provisto con medios de control por realimentación (52) para determinar una cantidad de compensación (qcy), al efecto de compensar un valor ordenado (QFIN) de una cantidad de inyección de combustible, por el sistema de alimentación de combustible al motor de combustión interna (2), en base a una desviación (DNE) del estado operativo real del motor de combustión interna (2), con respecto a un estado operativo deseado de este, y para controlar el sistema de alimentación de combustible mediante realimentación, por medio de compensar el mencionado valor ordenado (QFIN), de acuerdo con una cantidad de compensación (qcy), de modo que la velocidad real (NE) coincida con la velocidad deseada,

caracterizado porque comprende:

medios de diagnóstico (52) para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, mediante efectuar sistemáticamente un ajuste de diagnóstico, de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación (qcy) cae fuera de un rango de referencia predeterminado A.

2. Un aparato acorde con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el medio de control de realimentación (52) detecta una cantidad de variación (TNH) del estado operativo real del motor de combustión interna (2), mientras que el motor de combustión interna (2) está en un estado de ralentí, calcula la desviación (DNE) de la cantidad de variación (TNH) del actual estado operativo en el estado de ralentí, con respecto a una cantidad deseada de variación de este, determina la cantidad de compensación (qcy) para cada uno de los cilindros (#1-#4) del motor de combustión interna (2), en base a la mencionada desviación (DNE), y compensa el valor ordenado (QFIN) de la cantidad de inyección de combustible mediante el sistema de alimentación de combustible a cada cilindro, de acuerdo con la cantidad de compensación determinada (qcy), de forma que el motor de combustión interna (2) funciona en el estado operativo deseado.

3. Un aparato acorde con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) es operativo cuando la cantidad de compensación (qcy) de cualquiera de los cilindros (#1-#4), cae fuera del rango de referencia predeterminado (A), para finalizar una operación del medio de control de realimentación (52), y efectuar de forma sistemática el ajuste de diagnóstico, de la condición operativa del sistema de alimentación de combustible, para el mencionado cualquier cilindro (#1-#4).

4. Un aparato acorde con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) es operativo cuando la cantidad de compensación (qcy) de cualquiera de los cilindros (#1-#4), cae fuera del rango de referencia predeterminado (A), para finalizar una operación del medio de control por realimentación, y efectuar de forma sistemática los ajustes de diagnóstico, de las condiciones operativas de los sistemas de alimentación de combustible, para cilindros (#1-#4) seleccionados del motor de combustión interna (2), cilindros seleccionados que incluyen el mencionado cualquier cilindro (#1-#4).

5. Un aparato acorde con la reivindicación 3 o la 4, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52), es operativo para llevar a cabo de forma sistemática un incremento o reducción, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy) de cada uno de los seleccionados, al menos un, cilindro (#1-#4) del motor de combustión interna (2), y diagnosticar el sistema de alimentación de combustible para cada cilindro seleccionado (#1-#4), en base a una variación (DNE) del estado operativo real del motor de combustión interna (2), que está provocada por el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy).

6. Un aparato acorde con la reivindicación 5, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) es operativo para diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, al efecto de determinar que cada cilindro seleccionado (#1-#4) es normal, cuando del estado operativo real del motor de combustión interna (2) varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy), y es defectuoso cuando el actual estado operativo no varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy).

7. Un aparato acorde con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) es operativo para llevar a cabo una pluralidad de incrementos o reducciones sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy) de cada uno de los mencionados, al menos un, cilindro (#1-#4) del motor de combustión interna (2), y diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible para cada cilindro (#1-#4) es defectuoso, solo cuando las variaciones (DNE) del estado operativo real del motor (2), provocadas por toda la pluralidad de incrementos o reducciones sistemáticos, de diagnóstico, indican que el sistema de alimentación de combustible para cada uno de los mencionados cilindros (#1-#4), es defectuoso.

8. Un aparato acorde con la reivindicación 5 o con la 7, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) incrementa o reduce, gradualmente, la cantidad de compensación (qcy) cuando el incremento o reducción, de diagnóstico, es ejecutado de forma sistemática.

ES 2 270 944 T3

9. Un aparato acorde con cualquiera de las reivindicaciones 5 hasta 8, **caracterizado** porque el medio de diagnóstico (52) devuelve gradualmente la cantidad de compensación (qcy) a un valor original, después de que el incremento o reducción, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy), se ha ejecutado de forma sistemática.
- 5 10. Un método para diagnosticar un sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna (2), en el que el sistema de alimentación de combustible está controlado por realimentación, de modo que se hace trabajar al motor de combustión interna (2) en un estado operativo deseado, que comprende las etapas de:
- 10 calcular una desviación (DNE) de una cantidad de variación (TNH) de un estado operativo real, con respecto a una cantidad deseada de variación de este;
- 15 determinar una cantidad de compensación (qcy), para compensar un valor ordenado (QFIN) de una cantidad de inyección de combustible, mediante el sistema de alimentación de combustible al motor de combustión interna (2), de cada uno de los cilindros (#1-#4) del motor de combustión interna (2), en base a la mencionada desviación (DNE); y
- 20 determinar si la cantidad de compensación determinada (qcy), cae fuera de un rango de referencia predeterminado (A); y **caracterizado** por una etapa de
- 25 diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, mediante interrumpir un control de realimentación del sistema de alimentación de combustible, y efectuar de forma sistemática un ajuste de diagnóstico, de una condición operativa del sistema de alimentación de combustible, cuando la cantidad de compensación determinada (qcy), cae fuera del rango de referencia predeterminado (A).
- 30 11. Un método acorde con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la mencionada etapa de diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, comprende un incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy) de cada uno de los seleccionados, al menos uno, de los cilindros (#1-#4) del motor de combustión interna (2), y diagnosticar el sistema de alimentación de combustible para cada cilindro seleccionado (#1-#4), en base a una variación (DNE) en el actual estado operativo del motor de combustión interna (2), que está provocada por el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy).
- 35 12. Un método acorde con la reivindicación 11, **caracterizado** porque la mencionada etapa de diagnosticar el sistema de alimentación de combustible, comprende diagnosticar que el sistema de alimentación de combustible para cada cilindro seleccionado (#1-#4), es normal cuando el estado operativo real del motor de combustión interna (2) varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy), y es defectuoso cuando el estado operativo real no varía de acuerdo con el incremento o reducción sistemáticos, de diagnóstico, de la cantidad de compensación.
- 40 13. Un método acorde con la reivindicación 11 o la 12, **caracterizado** porque la cantidad de compensación (qcy) es incrementada o reducida, gradualmente, cuando el incremento o reducción de diagnóstico, son ejecutados de forma sistemática.
- 45 14. Un método acorde con la reivindicación 11 o la 12, **caracterizado** porque se devuelve gradualmente la cantidad de compensación (qcy) a un valor original, después de que el incremento o reducción, de diagnóstico, de la cantidad de compensación (qcy) son ejecutados de forma sistemática.
- 50 15. Un método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado** porque la cantidad de variación (TNH) del estado operativo real del motor de combustión interna (2), es detectada mientras el motor de combustión interna (2) está en un estado de ralentí.
- 55
- 60
- 65

FIG. 1

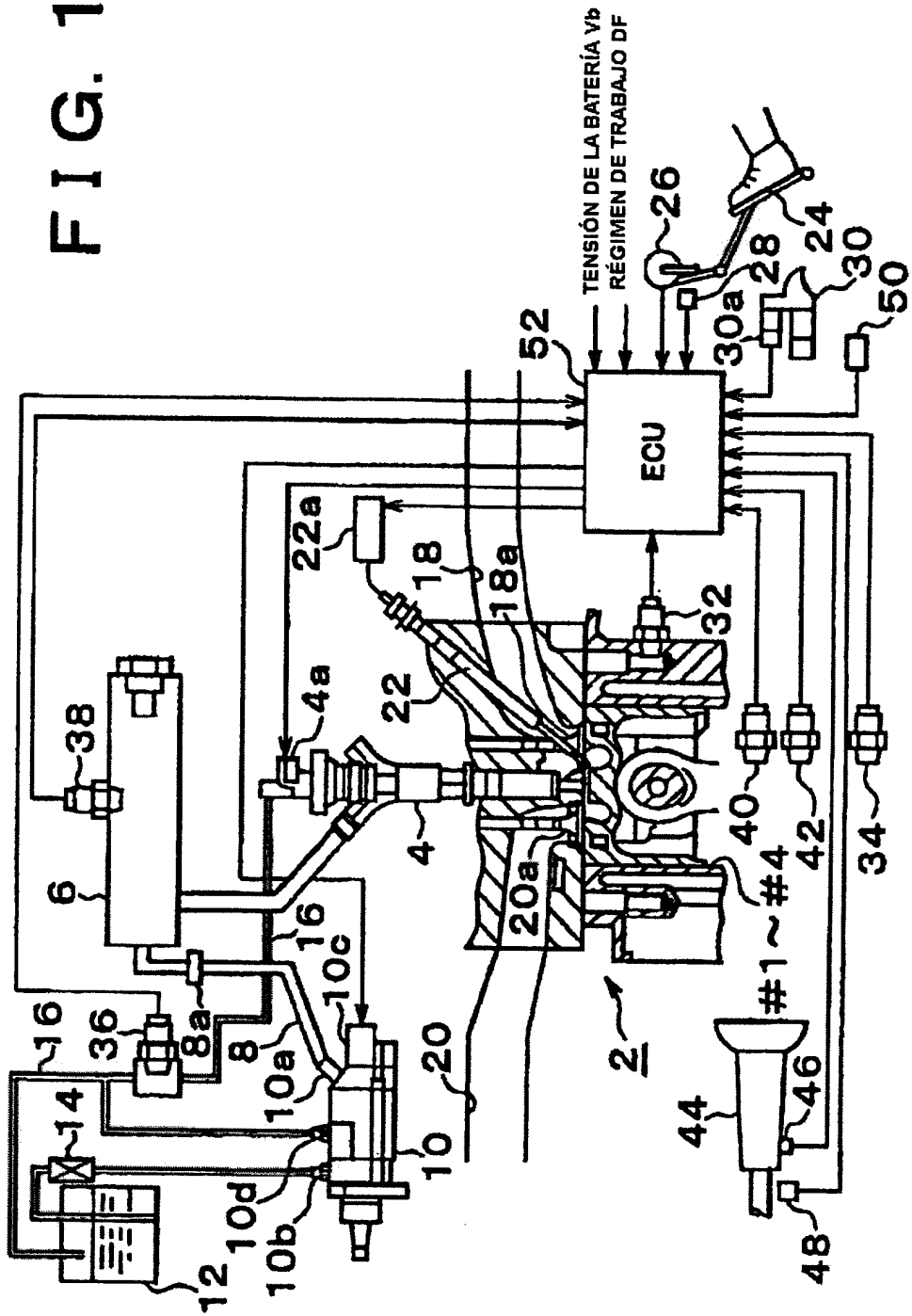


FIG. 2

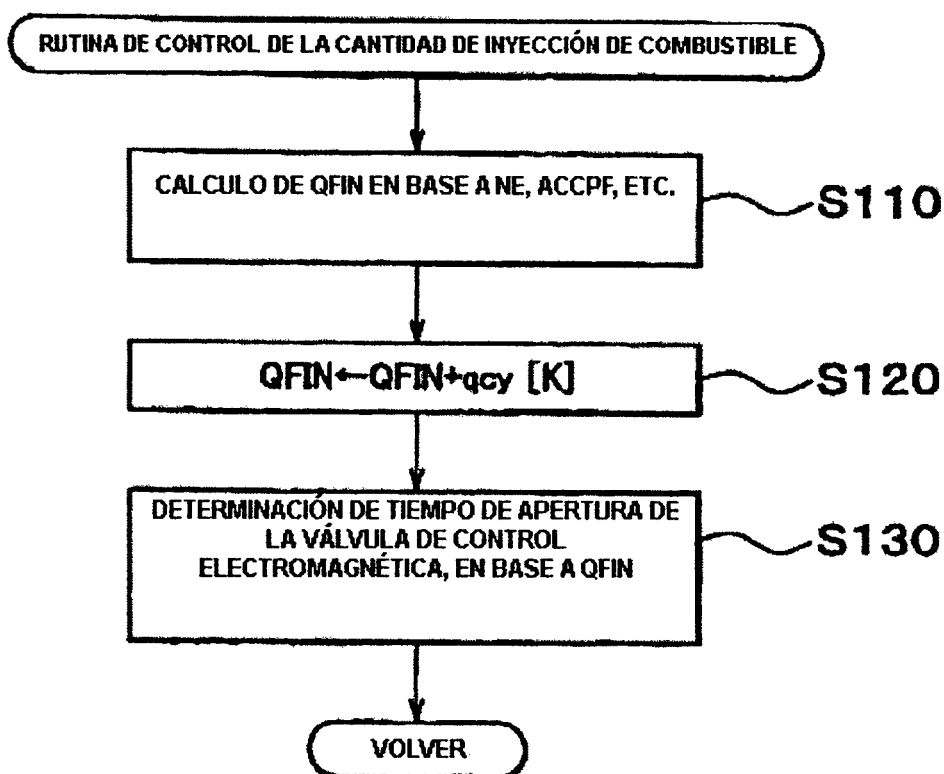


FIG. 3

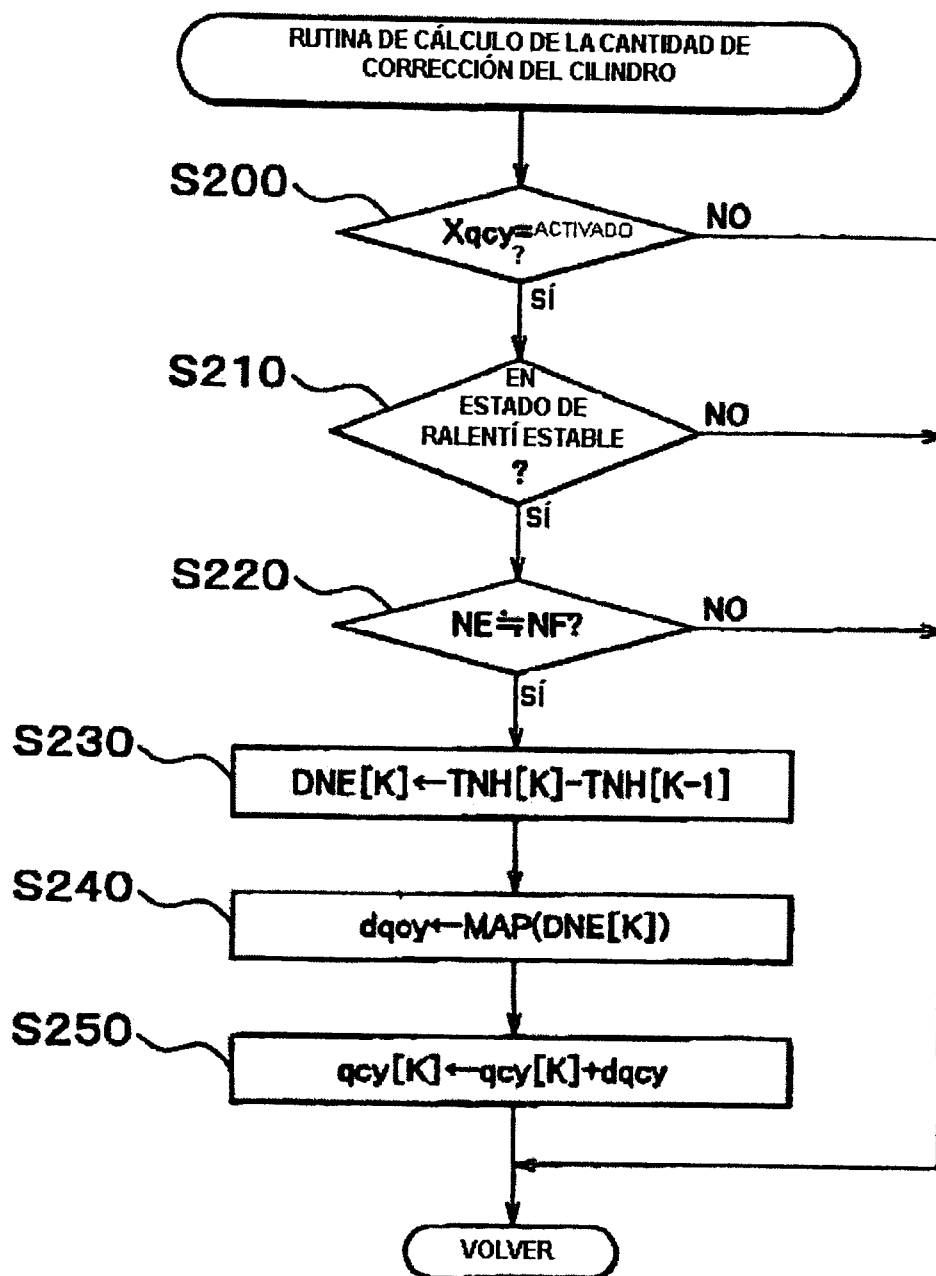


FIG. 4

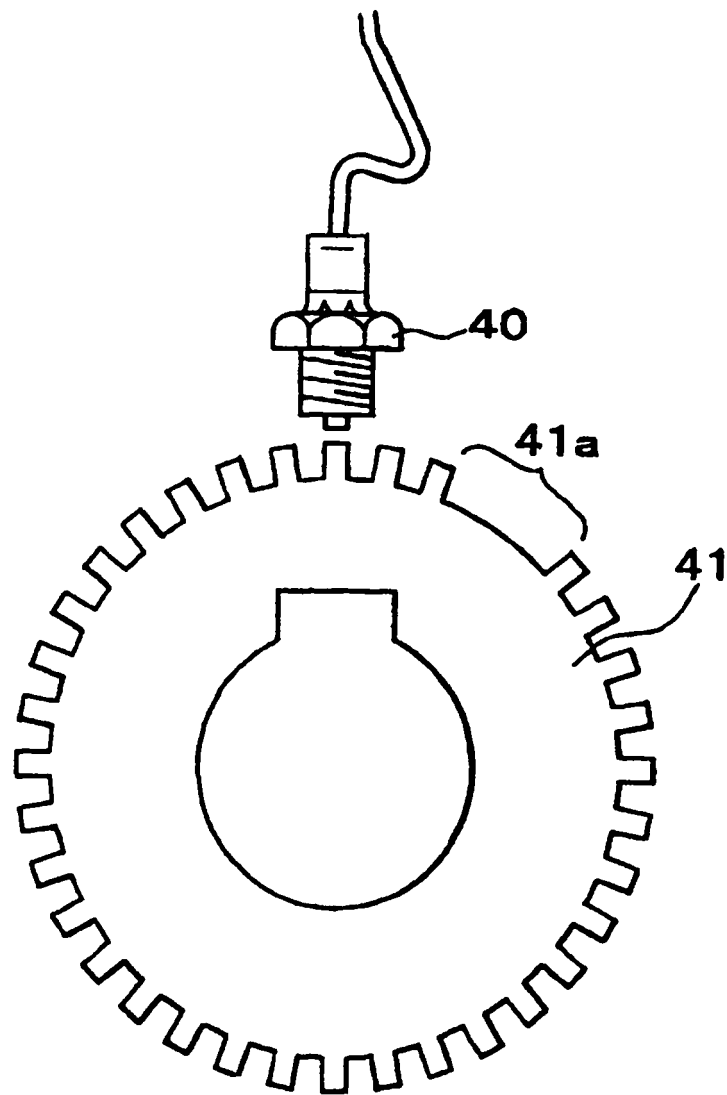


FIG. 5

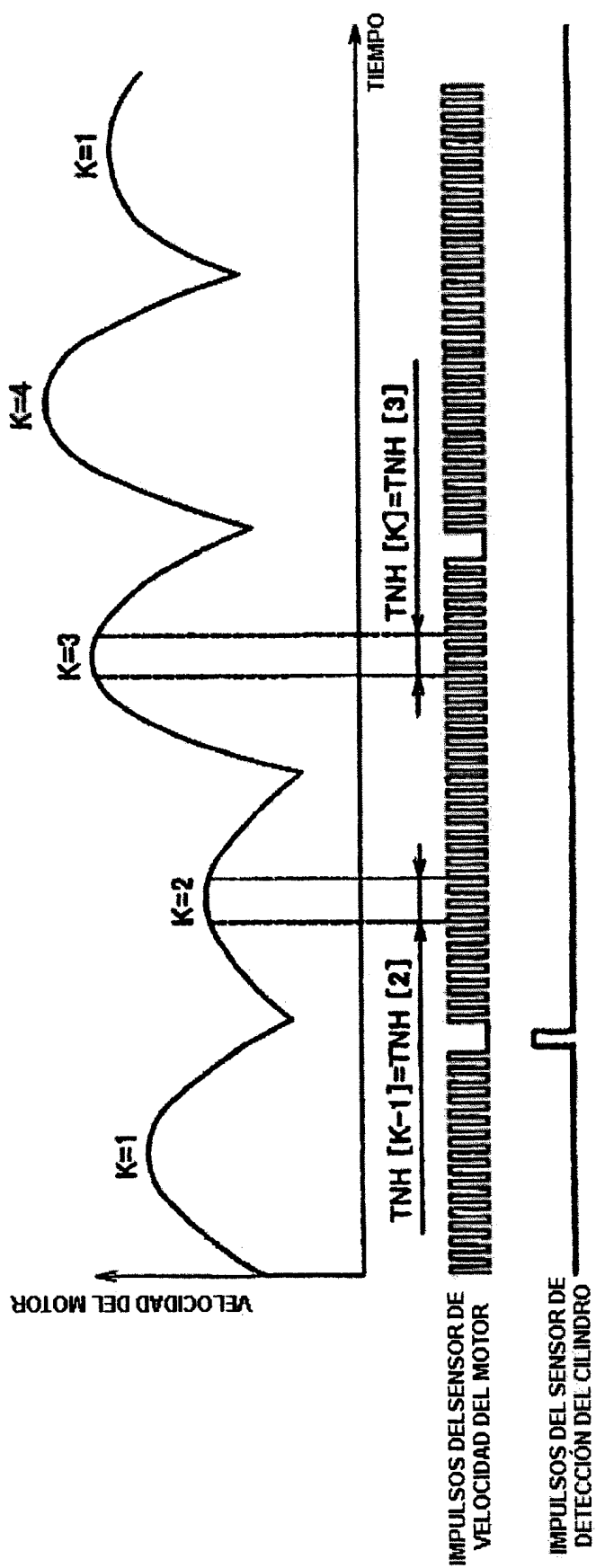


FIG. 6

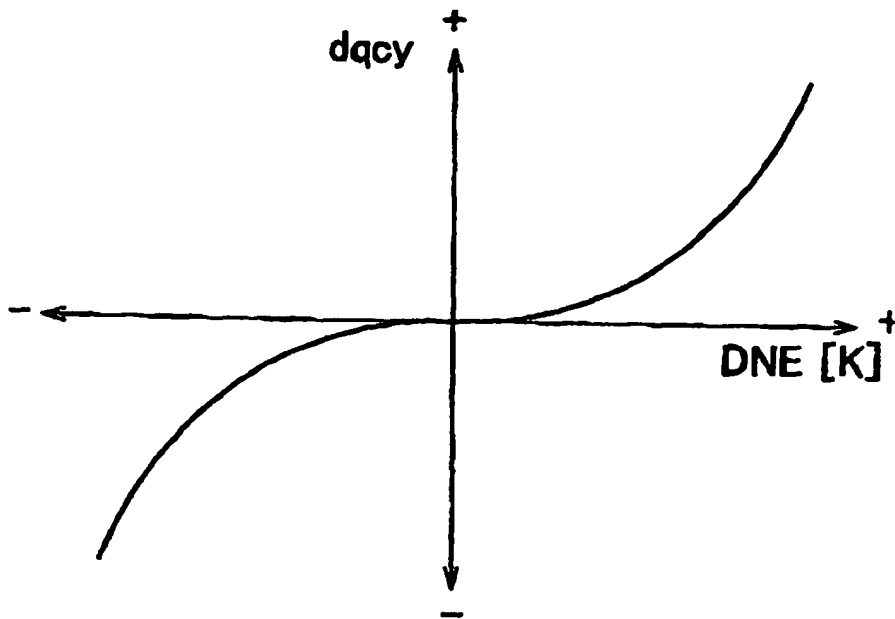


FIG. 7

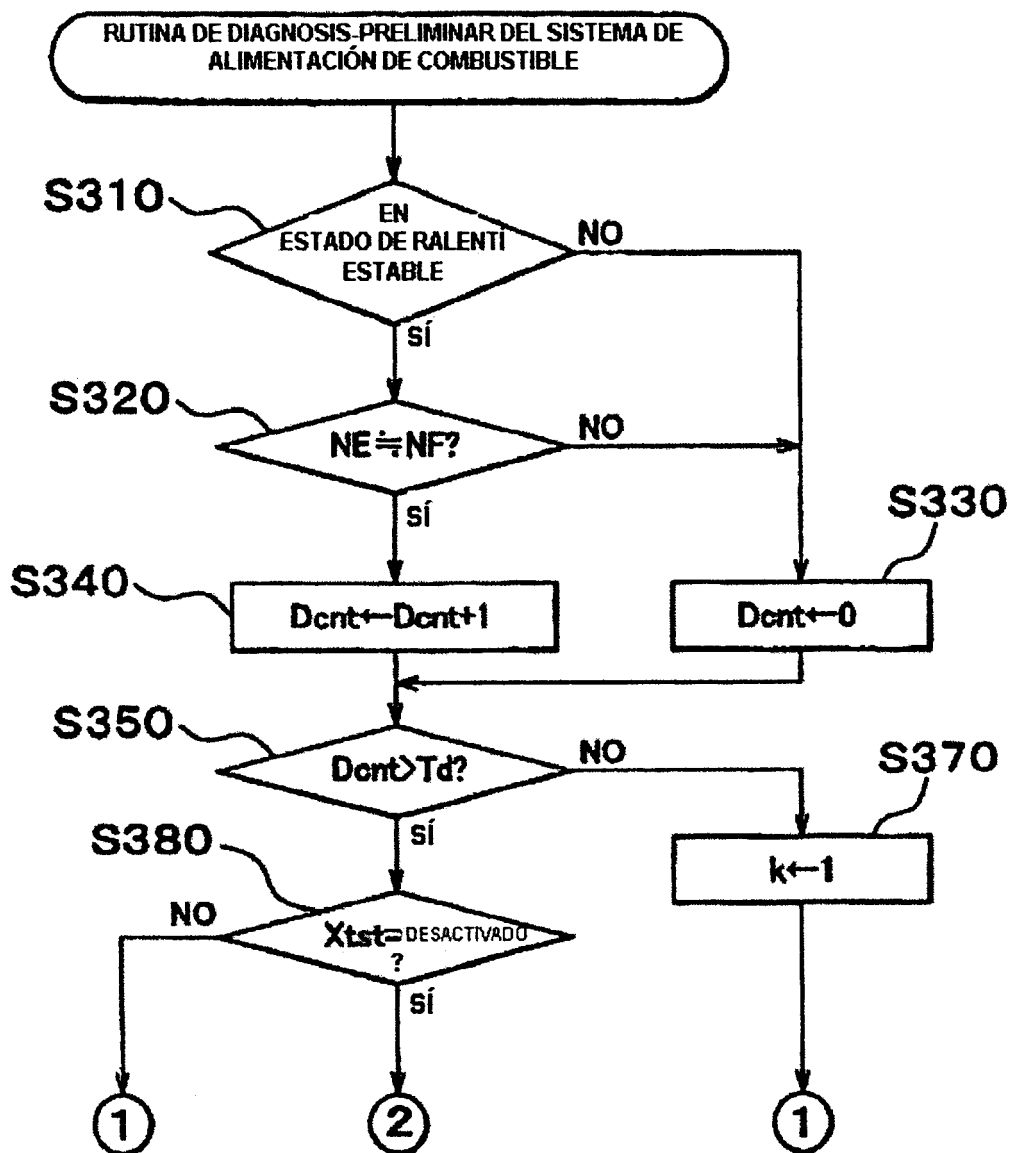


FIG. 8

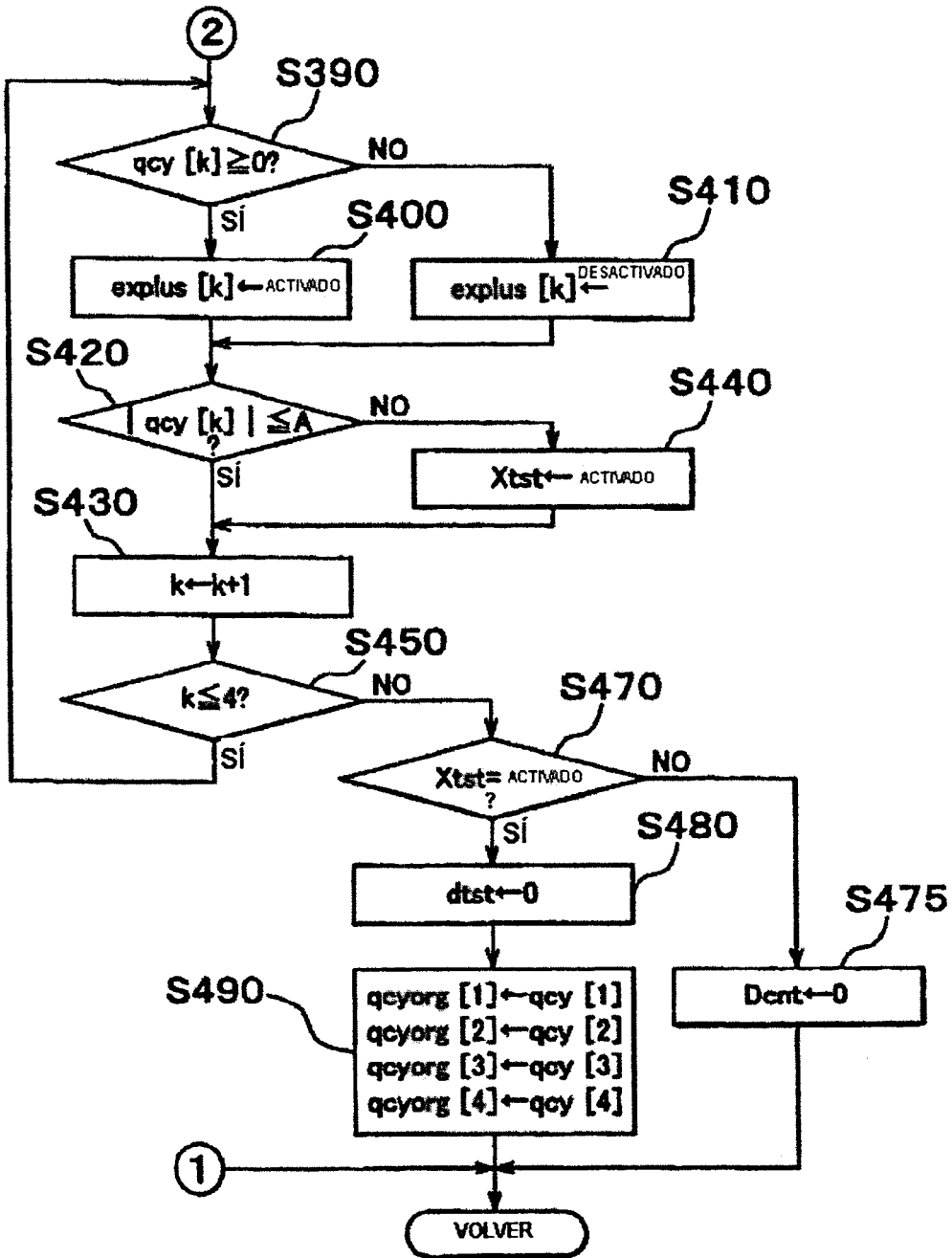


FIG. 9

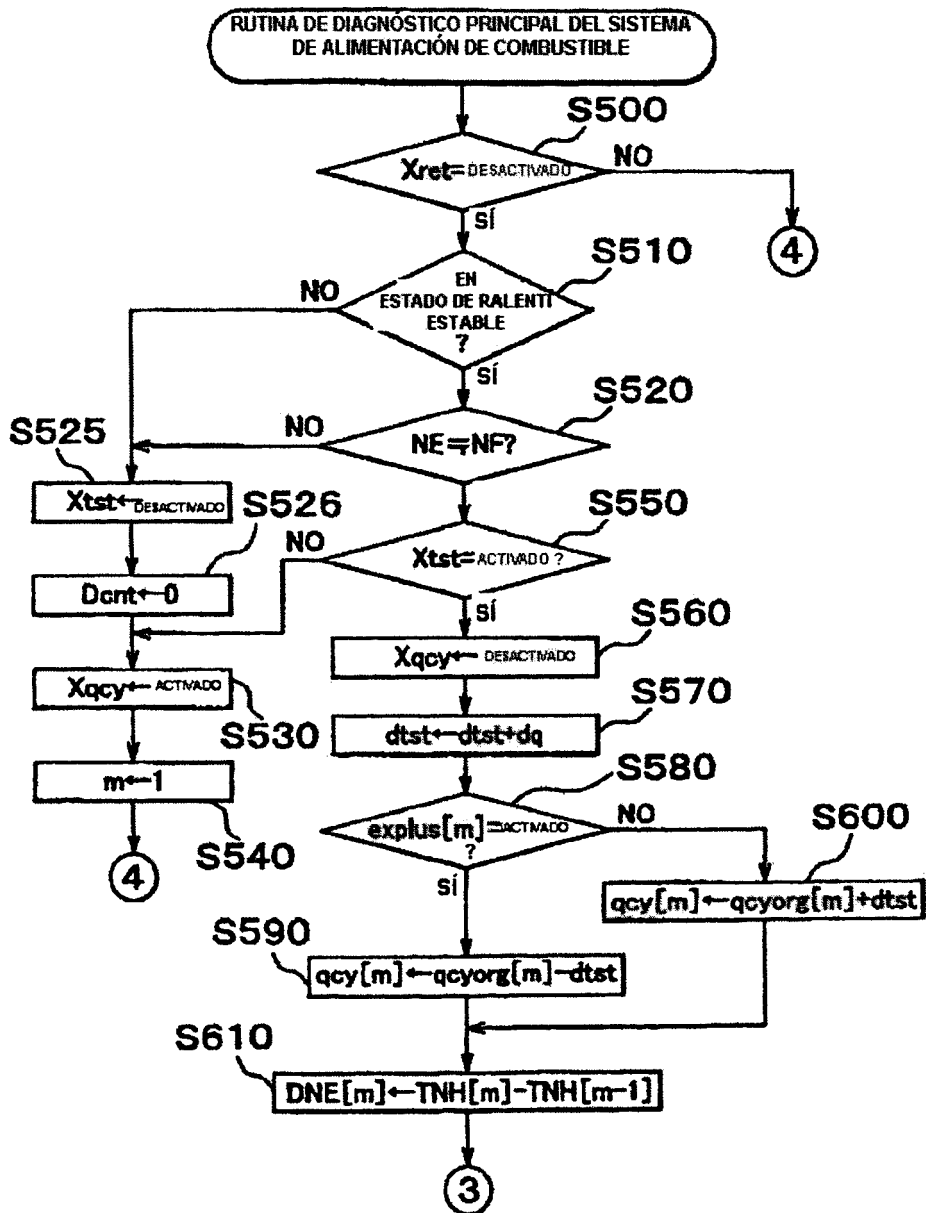


FIG. 10

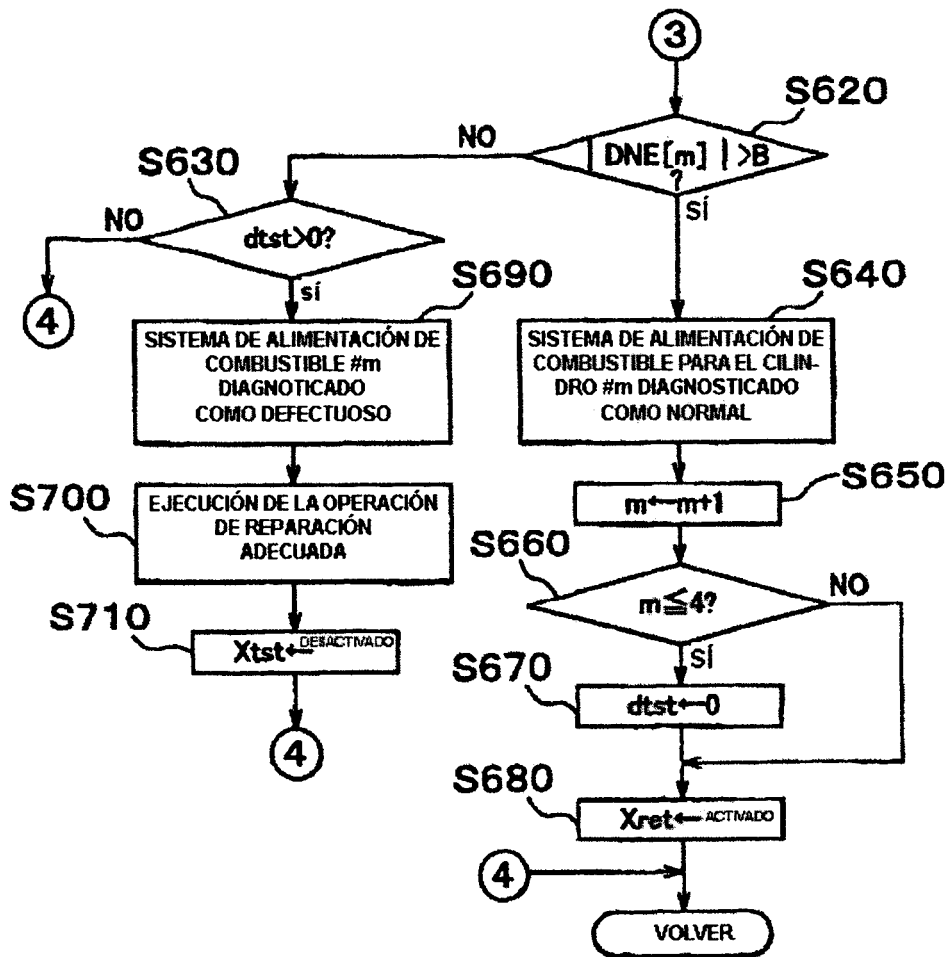
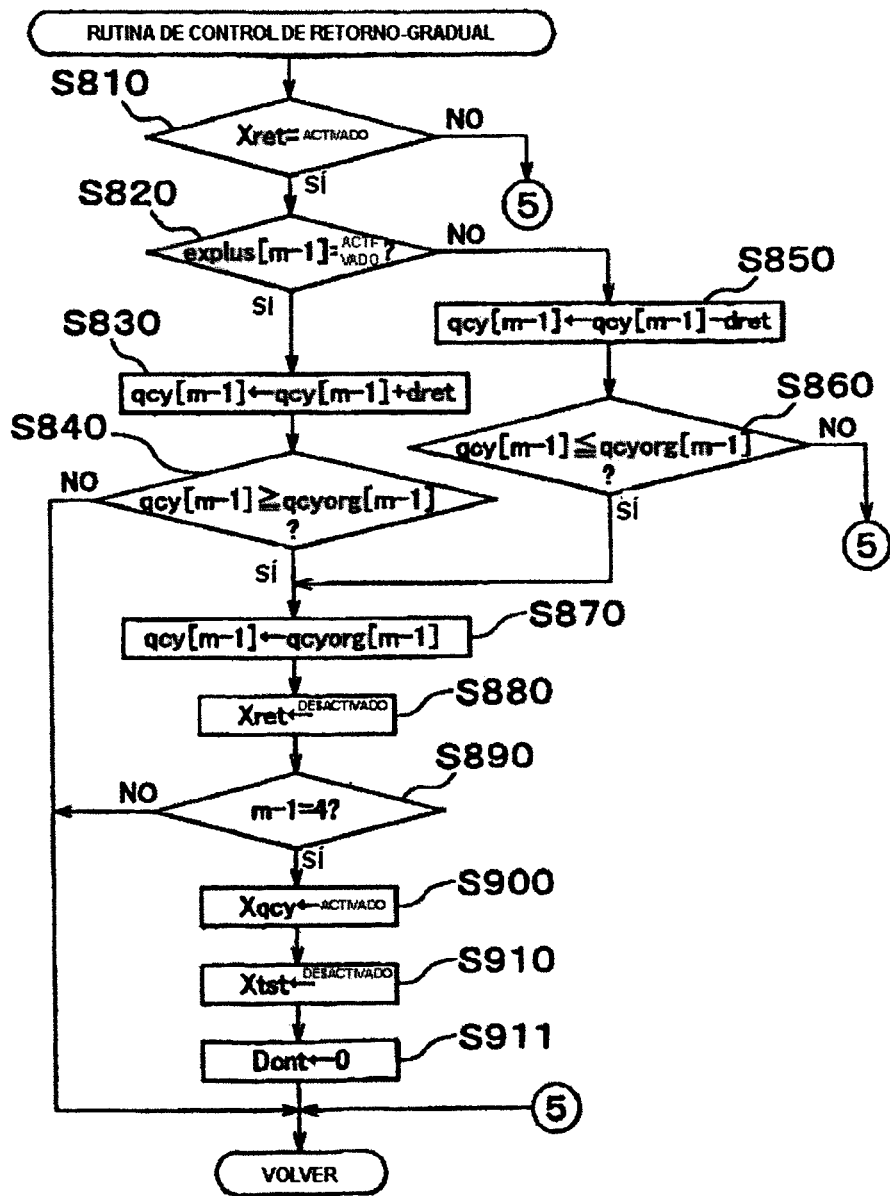


FIG. 11



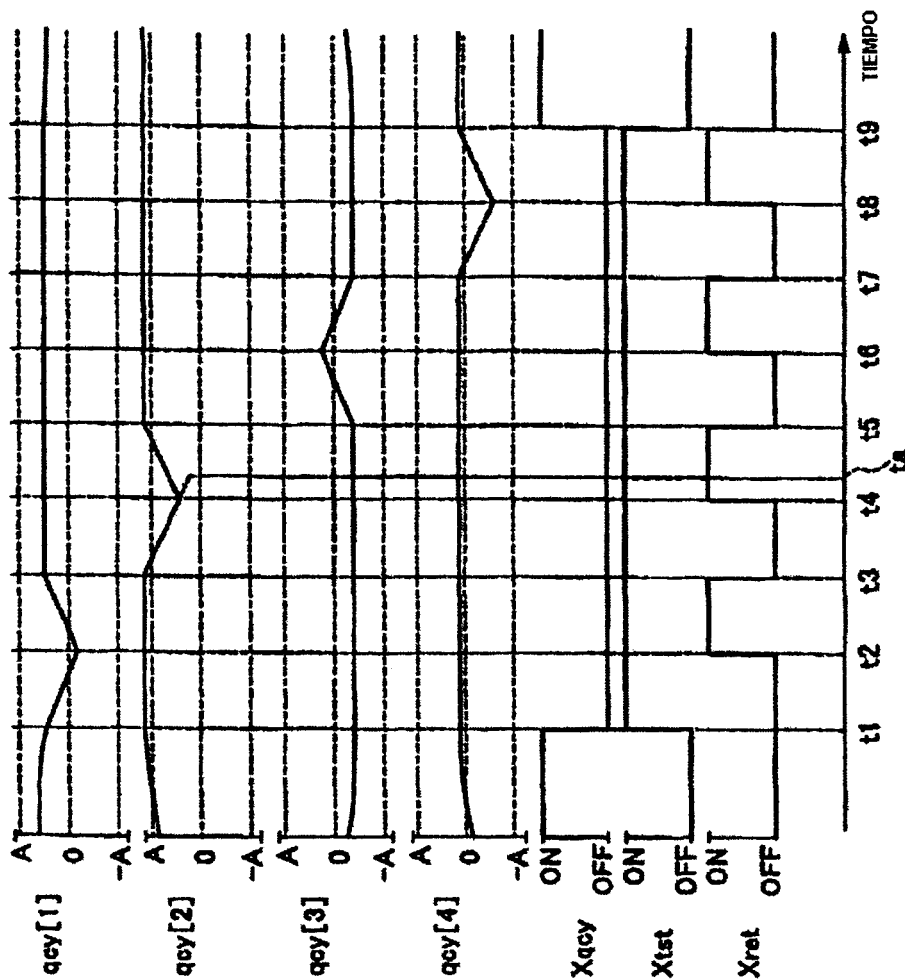


FIG. 12

FIG. 13

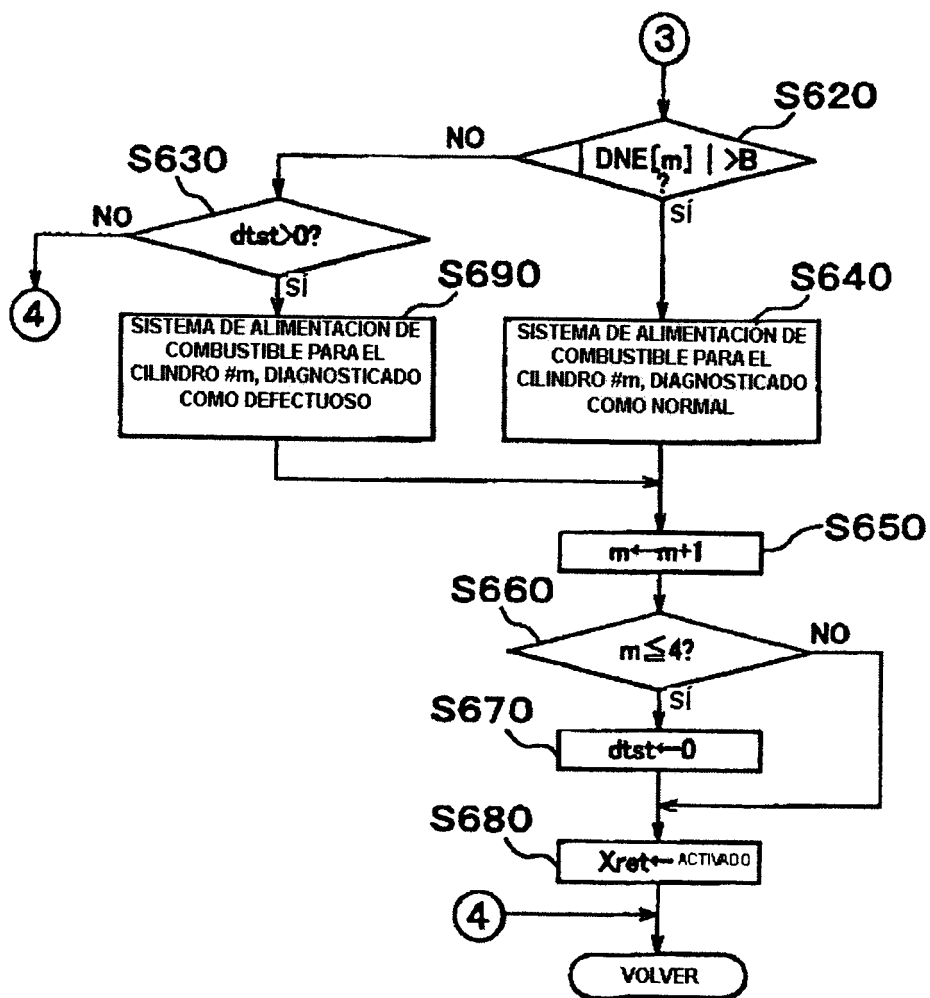


FIG. 14

