

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 077**

51 Int. Cl.:  
**F02M 37/18** (2006.01)  
**F02D 33/00** (2006.01)  
**F02D 41/30** (2006.01)  
**F02D 1/02** (2006.01)  
**F02M 63/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08871700 .4**  
96 Fecha de presentación: **28.11.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2235352**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.08.2009**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA PREVENIR EL SOBRECALENTAMIENTO DE UNA BOMBA DE COMBUSTIBLE.**

30 Prioridad:  
**31.01.2008 EP 08001853**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**31.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**31.01.2012**

73 Titular/es:  
**CATERPILLAR MOTOREN GMBH & CO. KG**  
**FALCKENSTEINER STR. 2**  
**24157 KIEL, DE y**  
**L'ORANGE GMBH**

72 Inventor/es:  
**HAAS, Stefan;**  
**RITSCHER, Bert;**  
**GNEIST, Bodo;**  
**RESSEL, Horst;**  
**SCHEIBE, Wolfgang y**  
**SCHICK, Jürgen**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 077 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método para prevenir el sobrecalentamiento de una bomba de combustible

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de inyección de combustible, en particular aunque no en forma exclusiva con un método para controlar dos o más bombas de combustible de alta presión para bombear el combustible que tenga una alta presión en un sistema de líneas de distribución de combustible de alta presión.

Antecedentes

10 Los sistemas de inyección de combustible convencionales para los motores de combustión interna pueden incluir una bomba de combustible de alta presión dentro de un sistema de inyección de combustible. Dependiendo del tipo de motor y de su potencia nominal, pueden proporcionarse más de una bomba de combustible de alta presión para el suministro de una cantidad suficiente de combustible a alta presión para el motor, en particular un motor diesel, operando en una carga deseada.

15 Las bombas de combustible de alta presión pueden estar accionadas por el motor de combustión interna. En tal configuración puede no ser posible el cerrar las bombas de combustible durante su funcionamiento. No obstante, la cantidad de combustible suministrado a los elementos de bombeo de las bombas de combustible puede ajustarse por medio de unas válvulas de control del flujo. Puede proporcionarse un módulo de control del motor (ECM), o más en general una unidad de control para controlar las válvulas de control del flujo.

20 Es conocido que una bomba de combustible de alta presión puede tener una unidad de bombeo o bien varios elementos de bombeo en donde puede tener lugar una fuga del combustible. La fuga de combustible puede tener lugar por ejemplo en una bomba de pistón entre un pistón y una guía del pistón. El combustible de la fuga procedente del elemento de bombeo no será bombeado al interior del sistema de líneas de distribución de alta presión. Típicamente, el combustible de la fuga del elemento de bombeo y que no se bombea se recicla a una sección de admisión de la bomba de combustible de alta presión. Debido al reciclado del combustible de la fuga procedente del elemento de bombeo, se genera calor de acuerdo con la presión y la cantidad de combustible de  
25 de la fuga procedente del elemento de bombeo, el cual calienta el combustible y las piezas de la bomba de combustible de alta presión que están en contacto o bien en forma próxima a este combustible.

30 En tanto que la bomba de combustible pueda bombear un combustible de alta presión con una cantidad suficiente para el funcionamiento del motor de combustión interna en un modo de bombeo normal, el calentamiento no provocará realmente un problema, además del combustible de fugas calentado, con un nuevo combustible que tenga una temperatura inferior suministrado desde un depósito de combustible, tal que la mezcla del combustible de fuga y el nuevo combustible tenga una temperatura por debajo de un límite crítico. No obstante, la situación puede llegar a ser crítica si el motor de combustión interna está operado a una velocidad de ralentí o bien para una carga baja con un consumo de combustible bajo correspondiente durante mucho tiempo en un periodo de tiempo. En este caso, la relación entre el combustible de fuga y la cantidad del nuevo combustible suministrado será relativamente  
35 alta y en consecuencia pueda subir la temperatura de esta mezcla. Además de ello, la temperatura de las piezas de la bomba de combustible de alta presión en contacto por esta mezcla podrá incrementarse, debido a la porción del combustible de la fuga del elemento de bombeo que será relativamente alta en comparación con la porción del nuevo combustible del depósito que tendrá una temperatura menor. En consecuencia, las piezas de la bomba de combustible de alta presión pueden calentarse a una temperatura a la cual podrían tener lugar unos daños.

40 En el documento DE 19501475A1 el sistema de inyección de combustible para un motor de combustión interna comprende una bomba de combustible. Se constata que el calentamiento del combustible es tal que el sistema de inyección de combustible podría tener un problema. En esta exposición, la bomba de combustible está accionada por el motor de combustión interna. Para evitar un calentamiento no deseado dentro del sistema de inyección de combustible, se propone suministrar un acoplamiento entre el motor de combustión interna y la bomba de combustible. Se encuentra conectada una unida de control con el acoplamiento de forma tal que al accionarse la  
45 presión de acoplamiento generada por la bomba de combustible pueda ajustarse la presión de la inyección.

50 Se indica que la configuración expuesta elimina el calentamiento no deseado del combustible en la sección del sistema de tuberías de presión, que conduce a las válvulas de inyección, porque la energía suministrada por el motor de combustión interna para la bomba de combustible solo se utiliza según sea necesaria para generar la presión necesaria de la inyección. La energía restante se disipa dentro del acoplamiento. Esta configuración conocida requiere un acoplamiento y una unidad de control para tal acoplamiento.

55 En el documento EP 1167731A2 se expone un método para monitorizar el funcionamiento de la bomba para vehículos que tenga al menos dos bombas eléctricas de combustible. Se expone en dicho documento que el caso de que falle una de las bombas de combustible, la otra bomba de combustible podrá bombear una cantidad de combustible hasta del valor máximo. No obstante, si el motor de combustión interna tuviera que operar a plena carga, podrá tener lugar una caída de presión en la bomba de combustible en funcionamiento. En consecuencia, podrá tener lugar un incremento de la temperatura, lo cual a su vez podría dañar una serie de piezas, por ejemplo, el convertidor catalítico o el colector de escape. Por esta razón, se propone un método de monitorización del funcionamiento de las bombas, en donde las bombas de combustible se hacen que funcionen en forma alternativa.

La velocidad de salida de cada bomba de combustible está determinada y comparada con unos puntos de ajuste. Se selecciona un punto operacional para el motor, al cual se selecciona la potencia, y en donde la bomba de combustible activa es justo lo suficiente para suministrar la demanda de combustible del motor. Así pues, este método puede identificar una bomba de combustible con averías, es decir, mediante la determinación de que su velocidad de salida es inferior al punto de ajuste correspondiente. En consecuencia, este método conocido no evita un incremento de la temperatura, sino más bien que provoca la parada en el funcionamiento de una bomba averiada y posiblemente dañada.

Para completar más la exposición, se mencionan los siguientes documentos. El documento EP 0204981A2 (correspondiente al documento US 4726335) se refiere a una configuración que incluye dos bombas de combustible. En un primer modo de operación, ambas bombas de combustible suministran el combustible de alimentación. En un segundo modo de funcionamiento, solo una de estas bombas de combustible suministra combustible, y la otra bomba de combustible se desactiva. La bomba de combustible que se desactiva es seleccionada al azar. En una tercera operación de la bomba, ambas bombas se accionan en un sentido opuesto para absorber combustible en lugar de suministrar combustible.

El documento WO 2005/106239A1 se refiere a un aparato de suministro de combustible para un motor de combustión interna que incluye dos bombas de baja presión y una bomba de alta presión. En un primer modo de funcionamiento, se activa la primera bomba de baja presión, y se desactiva la segunda bomba de baja presión. El primer modo de funcionamiento se selecciona en caso de que el combustible se suministre solamente por los medios de suministro del combustible de baja presión. En consecuencia, en el primer modo de funcionamiento se desactiva también la bomba de alta presión. En un segundo modo de funcionamiento, no se accionan la primera y la segunda bombas de baja presión, pero la bomba de alta presión suministra combustible. Debido a esta configuración la pulsación generada por la bomba de alta presión no se propagará al sistema de combustible de baja presión.

El documento JP-074564 se refiere a un sistema de suministro de combustible que incluye dos bombas de combustible. Estas bombas están accionadas alternativamente para impedir la descarga de vapor en el combustible.

El documento WO 2007/135545 A1 se refiere a un sistema de bombeado de combustible adaptado para ser utilizado por distintas clases de combustibles.

El documento US 2004/0154594 A1 expone un sistema de suministro de combustible, que proporciona una tecnología capaz de mantener constante la presión del combustible. Están provistas una pluralidad de bombas de combustible en donde la presión del combustible a descargar puede ajustarse debido a un incremento y una disminución en la cantidad del combustible descargado, y en donde puede detenerse la descarga. Las válvulas de inyección de combustible sirven como un dispositivo de reducción de la presión del combustible, que reduce la presión del combustible elevada por las bombas de combustible. Una presión de ajuste de la presión del combustible cambia el número de operaciones de las bombas de combustible, y la magnitud de la descarga de combustible de las bombas de combustible de forma tal que el valor promedio de la presión del combustible después de que el combustible se haya elevado de nuevo llega a ser substancialmente constante antes y después del número de operaciones en que se hayan cambiado las bombas de combustible.

La presente exposición está dirigida a solucionar o aminorar uno o más de los problemas expuestos anteriormente.

#### Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, el sistema de inyección de combustible para el suministro de combustible a alta presión a un motor de combustión interna comprende al menos dos bombas de combustible de alta presión, en donde cada bomba de combustible de alta presión está configurada para el bombeado de combustible a alta presión en un sistema de líneas de distribución de combustible de alta presión, en comunicación fluida con el motor de combustión interna. Cada una de las bombas de combustible de alta presión están configuradas para ser operadas en un primer modo de bombeo y en un segundo modo de bombeo, de forma tal que en el primer modo de bombeo se bombea una primera cantidad de combustible por parte de la bomba de combustible de alta presión, y en el segundo modo de bombeo en que se bombea una segunda cantidad de combustible por parte de la respectiva bomba de combustible de alta presión. La mencionada segunda bomba de combustible es mayor que la primera cantidad de combustible, en donde la cantidad total de combustible bombeada simultáneamente por todas las bombas de combustible de alta presión corresponde a una cantidad de combustible que sea la necesaria para operar el motor de combustión interna para una carga predeterminada del motor. El sistema de inyección de combustible comprende además una unidad de control configurada para operar alternativamente las bombas de combustible de alta presión de forma que, durante el primer periodo de tiempo al menos una de las bombas de combustible de alta presión esté operada en el primer modo de bombeo, y en donde las restantes bombas de combustible de alta presión estén operadas simultáneamente en el segundo modo de bombeo, y de forma tal que durante un segundo periodo de tiempo al menos una de las bombas de combustible de alta presión, que fueron operadas en el primer periodo de tiempo en el segundo modo de bombeo, se opere en el primer modo de bombeo y en donde las restantes bombas de combustible de alta presión estén operadas simultáneamente en el segundo modo de bombeo.

De acuerdo con otro aspecto de la presente exposición, se proporciona un método para controlar al menos dos bombas de combustible de alta presión, en donde las mencionadas bombas de combustible de alta presión están

5 configuradas para suministrar combustible de alta presión en paralelo procedente de un depósito de combustible a un rail común en comunicación fluida con un motor de combustión interna. El método comprende la operación durante un primer periodo de tiempo de al menos una de las mencionadas bombas de combustible de alta presión en un primer modo de bombeo y operando simultáneamente el resto de las bombas de combustible de alta presión en un segundo modo de bombeo, en donde se bombea una cantidad mayor de combustible a un rail común en el segundo modo de bombeo que en el primer modo de bombeo, y subsiguientemente operando durante el segundo periodo de tiempo al menos en una de las bombas de alta presión, las cuales fueron operadas en el primer periodo de tiempo en el segundo modo de bombeo, en el primer modo de bombeo y operando simultáneamente el resto de las bombas de combustible de alta presión en el segundo modo de bombeo. En el primer periodo de tiempo y en el segundo periodo de tiempo la cantidad total de combustible bombeado simultáneamente por todas las bombas de combustible de alta presión corresponde a una cantidad de combustible que es necesario para operar el motor de combustión interna para una carga del motor predeterminada, preferiblemente cuando el motor funciona al ralentí.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente exposición, el programa del ordenador comprende unas instrucciones ejecutables para la realización de las etapas del método de los anteriores métodos identificados. La unidad de control para un conjunto de generador o un vehículo tal como por ejemplo un barco o buque, puede tener un programa de ordenador tal como se ha expuesto anteriormente almacenado en el mismo, y un procesador configurado para poder ejecutar el mencionado programa del ordenador.

15 Se comprende que la anterior descripción general y la siguiente descripción detallada se exponen a modo de ejemplo y aclaratorio solamente, y que no son de tipo restrictivo de la exposición.

20 Otras características y aspectos de esta exposición serán evidentes para el técnico especializado basándose en la siguiente descripción, y de los dibujos y reivindicaciones adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una realización a modo de ejemplo de un sistema de inyección de combustible para el suministro de combustible a alta presión a un motor de combustión interna,

la figura 2 es un diagrama del sistema de una realización a modo de ejemplo de un sistema de inyección de combustible que comprende dos bombas de combustible de alta presión,

la figura 3 es una diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de un método para controlar al menos dos bombas de combustible de alta presión para bombear combustible a alta presión en un sistema de líneas de distribución de alta presión, conectado con un motor de combustión interna,

30 la figura 4 es un diagrama de flujo de otra realización a modo de ejemplo de un método para controlar al menos dos bombas de combustible de alta presión para bombear combustible a alta presión en un sistema de líneas de distribución de combustible de alta presión, conectado con un motor de combustión interna,

la figura 5 muestra una modificación de la realización de la figura 1, que incluye unos sensores de temperatura en las bombas y en las líneas de retorno de combustible.

35 Descripción detallada

Con respecto a las figuras 1 y 2, se describirá aquí una primera realización a modo de ejemplo de un sistema 5 de inyección de combustible para suministrar combustible 105, 205 a alta presión a un motor 500 de combustión interna. En este caso, el sistema de inyección de combustible 5 incluye una primera bomba 100 de combustible de alta presión y una segunda bomba 200 de combustible de alta presión. Ambas bombas 100, 200 de pueden ser del mismo tipo de bomba de combustible. En consecuencia, la estructura básica de ambas bombas de combustible 100, 200 puede ser idéntica. No obstante, en las demás realizaciones a modo de ejemplo de un sistema 5 de inyección de combustible, el tipo o construcción de las bombas 100, 200 puede ser diferente. Además de ello, de acuerdo con la presente exposición, el número de las bombas de combustible 100, 200 es al menos dos. Dependiendo del motor de combustión interna y de su potencia de salida especificada, podría ser adecuado el proporcionar dos o más bombas de combustible o bien de tipo diferente.

45 En este caso, la primera bomba 100 de combustible de alta presión incluye un elemento de bombeo 115, el cual puede incluir el cual puede incluir 2 a 4 o incluso más pistones guiados en una guía de pistones (no mostrada). Puede disponerse una sección de admisión 110 en la zona de aguas arriba del elemento de bombeo 115. La sección de admisión 110 puede incluir una válvula de mariposa de succión o una válvula 120 de control de flujo. La línea de retorno 125 se extiende desde el elemento de bombeo 115 a la sección de admisión 110. El combustible a baja presión está indicado con el numeral de referencia 104. El combustible a alta presión de salida de la bomba 100 del combustible a alta presión está indicado por el numeral de referencia 105. Cada bomba de combustible 100, 200 puede estar provista con una válvula de control 120, 200 del flujo individual, o bien puede utilizarse una única válvula de control del flujo común para distribuir el combustible a dos o más bombas 100, 200 de combustible.

50 La segunda bomba 200 de combustible de alta presión puede también incluir un elemento de bombeo 215, que puede incluir 2 a 4 o incluso más pistones guiados en una guía de pistones (no mostrada). La sección de admisión 210 puede estar dispuesta en la zona de aguas arriba del elemento de bombeo 215. La sección de admisión 210 puede incluir una válvula de control del flujo 220. La línea de retorno 225 se extiende desde el elemento de bombeo

215 a la sección de admisión 210. El combustible a baja presión está indicado con el numeral de referencia 204. El combustible a alta presión de salida desde la bomba 200 de combustible de alta presión está indicado por el numeral de referencia 205.

5 Las bombas de combustible de alta presión 100, 200 y las piezas asociadas, en particular las válvulas de control del flujo 120, 220, puede estar conectadas con una unidad de control 400, por ejemplo del tipo ECM. Además de ello, ambas bombas de combustible 100, 200 pueden estar accionadas por el motor de combustión interna 500, por medio por ejemplo de un acoplamiento mecánico, tal como un acoplamiento de un eje cigüeñal o un acoplamiento por correa, y/o una transmisión. Además de ello o como alternativa, la primera y segunda bombas de combustible 100, 200 están configuradas preferiblemente para dar salida al combustible a una presión igual o mayor de 500 bares, más preferiblemente 1000 bares e incluso más preferiblemente 1500 bares o 1800 bares o 2000 bares o superior.

15 La figura 2 muestra un diagrama del sistema de inyección de combustible 5, que incorpora el principio básico del sistema de inyección de combustible expuesto en la figura 1. En este caso, la bomba 15 de baja presión está conectada por medio de una línea 20 de suministro de combustible con las secciones de admisión de combustible 110, 210 de las bombas 100, 200 de combustible de alta presión. La bomba 15 está conectada con el depósito de combustible 10.

20 El sistema 300 de líneas de distribución de combustible de alta presión puede incluir un rail común 305. El rail común 305 a su vez está conectado con las boquillas 505 de inyección de combustible de alta presión. Las boquillas de inyección 505 descargan en una o más cámaras de combustión 510 de un motor 500 de combustión interna. Tal como se mencionó con respecto a la figura 1, la unidad de control 400 está conectada con las bombas 100, 200 de combustible de alta presión, y por ejemplo con las secciones de admisión respectivas 110, 210. El sensor de presión 405 puede estar dispuesto en el rail común 305 y conectado con la unidad de control 400.

Aplicabilidad industrial

25 La bomba 15 de combustible de baja presión bombea combustible 104, 204 a baja presión desde el depósito de combustible 10 por medio de la línea de combustible 20 a las secciones de admisión 110, 210 de las bombas 100, 200 de combustible de alta presión. La unidad de control 400 puede ajustar las válvulas de control de flujo 120, 220 de una forma tal que la presión en el rail común 305 detectada por el sensor 405 se incrementa, se mantiene o se reduce a un valor deseado para una carga nominal del motor de combustión interna 500. La unidad de control 400 puede controlar las válvulas de control de flujo 120, 220, de forma tal que la cantidad de combustible bombeado por 30 ambas bombas 100, 200 de alta presión dentro del sistema 300 de líneas de distribución de alta presión sea el requerido para el funcionamiento del motor 500 para la carga real deseada. El combustible 104, 204 que pasa a través de ambas válvulas de control del flujo está bombeado por las bombas 100, 200 de combustible de alta presión para el valor de alta presión deseado y que puede fluir en el sistema 300 de las líneas de distribución de alta presión y adicionalmente dentro del rail común 305. Desde el rail común 305 el combustible de alta presión es 35 inyectado dentro de la cámara de combustión 510 del motor 500 de combustión interna.

Con referencia a la figura 1, se muestra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de un método expuesto, en donde se expondrá con detalle un modo o rutina de control de conmutación de la bomba de carga baja.

40 Según lo expuesto anteriormente, en el caso de que la carga del motor sea más alta que un umbral de carga predeterminado, cada una de las dos bombas 100, 200 de combustible de alta presión pueden bombear de forma tal que una cantidad grande de combustible 105, 205 en que la temperatura de la mezcla bombeada del nuevo combustible 104, 204 suministrada desde el depósito 10 y el combustible de fugas reciclado, permanecerá por debajo de una temperatura crítica a pesar de la alta temperatura del combustible de fugas reciclado. El umbral de carga predeterminado puede ser de aproximadamente 5-10% o 1-20%, más en particular inferior al 2% o al 1%, 45 incluso en particular menor al 1% o al 0,5% o menor, de la carga máxima del motor 500 de combustión interna.

No obstante, si la carga del motor es muy baja, por ejemplo cuando el motor 500 está funcionando a una velocidad de ralentí, la cantidad relativamente pequeña de combustible que está siendo bombeada en cada bomba 100, 200 de combustible de alta presión puede calentarse. Este calentamiento está provocado por el hecho de que la respectiva cantidad de combustible de fuga de los elementos de bombeo 115, 215 de la bomba 100, 200 de combustible de alta presión es relativamente grande en comparación con la cantidad de nuevo combustible que está siendo suministrado desde la bomba 15 y que se origina desde el depósito 10, cuyo combustible está a una temperatura inferior.

50 En consecuencia, en la etapa S1 se inicia un modo de control de conmutación de la bomba a baja carga. El modo de control de conmutación de la bomba de baja carga puede corresponder al método expuesto anteriormente. En la etapa S2 puede comprobarse si la potencia ECM está activada durante más de cinco segundos. Esta cuestión es estándar para las potencias ECM para garantizar que el ECM 400 está operando correctamente. En caso de que el ECM 400 no haya sido activado durante un periodo suficiente, por ejemplo, con menos de 5 segundos, el proceso procederá hacia la etapa S12. En la etapa 12, el proceso retornará a la etapa S1.

60 En caso de que se determine en la etapa S2 que el ECM 400 haya sido activado ya durante un valor de un periodo suficiente, por ejemplo, cinco segundos, el proceso continuará a la etapa S3. En la etapa S3 se asegura que todo el

equipamiento eléctrico está funcionando correctamente, por ejemplo, se comprueba si las salidas están sin diagnóstico activo. Si todas las salidas están activas, el proceso avanza a la etapa S4. De lo contrario, el proceso avanza a la etapa S12.

5 En la etapa S4, se comprueba si la carga del motor en curso está por debajo o no de un umbral de carga predeterminado. En caso de que la carga en curso esté por debajo del umbral, la cantidad de combustible que esté siendo bombeado en cada bomba 100, 200 de combustible de alta presión podrá ser tan pequeña que el problema del calentamiento de las piezas de los elementos 110, 210 de cada bomba 100, 200 del combustible de alta presión podrá tener lugar.

10 Si la carga del motor en curso está por debajo del umbral de carga, el proceso avanzará a la etapa S5. En la etapa S5, se comprueba si el cronometro de conmutación o contador es igual a cero. En caso negativo, el contador se reduce en la etapa 6. Entonces el proceso avanza a las etapas S12 y S1. Si el contador está ya a cero, el proceso pasa a la etapa S7. En este caso, se comprueba si la salida de la bomba de la primera bomba de combustible de alta presión 100 (por ejemplo la salida1 de la bomba 1 de acuerdo con la figura 3) es igual a cero o bien una pequeña magnitud de combustible (primera cantidad de combustible) (en la figura 3, el valor de "0" puede significar cero o bien una salida pequeña). Si la carga del motor en curso hubiera sido previamente más alta que el umbral de carga, la salida de la bomba de la primera bomba 100 de combustible de alta presión no será cero o bien de pequeño valor. En consecuencia, el proceso pasará a la etapa S8.

20 En la etapa S8, la salida de la bomba de la bomba de combustible de alta presión 100 (en la figura 3, la salida 1 de la bomba) baja a cero o a una pequeña cantidad de combustible. Esto puede significar que la válvula 120 de control del flujo de la primera bomba de combustible de alta presión 100 se cerrará gradualmente o casi se cerrará dentro de un periodo de tiempo predeterminado. En consecuencia, la cantidad de combustible que está siendo bombeado por el elemento de bombeo 115 de la primera bomba 100 de combustible de alta presión es aproximadamente cero, o bien solo una pequeña cantidad de combustible (por ejemplo correspondiente al combustible de fuga procedente del elemento de bombeado 115). A continuación, el proceso pasa a la etapa S11 del método.

25 En la etapa S11, el contador se configura, es decir, el primer periodo de tiempo se inicia entonces. A continuación, el proceso pasa a la etapa S12 del método y a su vez a la etapa S1. De nuevo, en la etapa S5 del método se comprueba si el contador es cero o bien no es cero. Debido al hecho de que el contador haya empezado en la etapa S11, el contador no será cero cuando la etapa S5 haya sido alcanzada de nuevo. En consecuencia, el proceso pasará a la etapa S6. El ciclo incluyendo las etapas del método S1 a S5 y S6 continuará hasta que el contador de nuevo pase a cero, es decir, se termina el primer periodo de tiempo.

30 Después del primer periodo de tiempo, el proceso avanzará a la etapa del método S7. Debido al hecho de que la salida de la bomba de la primera bomba 100 de combustible de alta presión está a cero en curso o bien de un valor pequeño, el proceso pasará a la etapa S9 del método. En consecuencia, la salida de la bomba de la segunda bomba 200 de combustible de alta presión (en la figura 3 la salida 2 de la bomba) disminuirá a cero o bien a una cantidad pequeña de combustible. En una realización a modo de ejemplo, la función de rampa para la segunda bomba 200 de combustible podrá ser la misma que la función de rampa de la primera bomba 100 de combustible de alta presión. En otra realización a modo de ejemplo, la función de rampa descendente podrá ser diferente.

35 A continuación, el proceso avanzará a la etapa S10 del método. En consecuencia, la salida de la bomba de la primera bomba 100 de combustible de alta presión (en la figura 3 la salida 1 de la bomba) asciende en rampa de forma tal que la segunda cantidad de combustible es bombeada por la bomba 100 de combustible de alta presión, para operar el motor 500 de combustión interna a la carga baja deseada, es decir, en el modo de ralentí). Posteriormente, en la etapa S11 del método, el contador puede configurar un periodo de tiempo del conmutador de preajuste (en la figura 3, el tiempo de conmutación), por ejemplo el periodo de tiempo después de que una o más bombas hayan sido conmutadas desde un modo a otro modo.

40 Posteriormente, las etapas S1 a S5 y S6 continuarán en funcionamiento hasta que termine el segundo periodo de tiempo. A continuación, en la etapa S8 del método, la salida de la bomba de alta presión 100 (en la figura 3 la salida 1 de la bomba) disminuye de nuevo.

45 La conmutación entre los dos modos de bombeado de las dos bombas 100, 200 de combustible de alta presión, de acuerdo con el ciclo anteriormente expuesto, incluyendo las etapas S1-S12 del método, está activada en tanto que la carga del motor en curso sea inferior al umbral de la carga predeterminado. De lo contrario, las dos bombas 100, 200 de combustible de alta presión operarán y bombearán para el funcionamiento del motor de combustión interna 500 a la carga deseada, es decir, por ejemplo las válvulas de control de flujo 120, 220 estarán controladas, de forma tal que las bombas asociadas 100, 200 de combustible de alta presión bombearán conjuntamente una cantidad total de combustible correspondiente a la carga en curso.

50 El método anterior puede también aplicarse a más de dos bombas 100, 200 de combustible de alta presión. En este caso, al menos una del numero total de bombas 100, 200 de alta presión operará en el primer modo de bombeado, y al menos una de las demás bombas 100, 200 de combustible operará en el segundo modo de bombeado. En una realización a modo de ejemplo, todas las demás bomba(s) de combustible de alta presión 100, 200 funcionarán en el segundo modo de bombeado excepto las bombas de combustible de alta presión que funcionen en el primer modo de bombeado.

60

El diagrama de flujo mostrado en la figura 4 es idéntico al diagrama de flujo mostrado en la figura 3, excepto la etapa S10 del método que se omite. En esta realización a modo de ejemplo, por ejemplo el controlador 400, tal como por ejemplo el controlador PID (controlador proporcional integral derivado) o bien un controlador de presión operará las válvulas de control del flujo 120, 220 en tiempo real basándose en la presión en el rail común 305 detectado por el sensor de presión 405. El controlador 400 puede ser un mecanismo de realimentación de bucle de control disponible comúnmente, disponible para los sistemas de control industriales. El controlador 400 puede intentar corregir cualquier desviación entre un proceso medido variable y un punto de ajuste deseado para el cálculo y entonces dar salida a un valor de corrección que pueda ajustar el proceso en la forma debida. En este caso, el proceso variable puede ser la presión en el rail común 405. Este control del proceso de las válvulas 120, 220 de control del flujo puede suspenderse temporalmente para una de las dos bombas 100, 200 de combustible de alta presión por el método descrito anteriormente y que se muestra en la figura 4.

De acuerdo con el proceso mostrado en la figura 4, en la etapa S8, la válvula de control 120 del flujo de la primera bomba 100 de combustible de alta presión está ajustada de forma que no pueda pasar ninguna cantidad de combustible y que pueda ser bombeada por el elemento 115 de bombeado. Debido al control del proceso, la otra válvula 220 de control del flujo de la segunda bomba 200 de combustible de alta presión se ajusta automáticamente por el controlador, de forma que se bombeará más combustible por medio de la segunda bomba 200 de combustible de alta presión, con el fin de mantener la presión deseada en el rail común 305. En tanto que la salida de la bomba 1 de la primera bomba 100 de combustible de alta presión de acuerdo con las etapas S2-S6 sea cero o muy baja y no cambie, la segunda bomba 200 de combustible de alta presión está controlada de acuerdo con el control de proceso PID. En una realización a modo de ejemplo en la presente exposición el control del proceso puede ser un control de proceso PID.

Tan pronto como la válvula 220 de control del flujo de la segunda bomba 200 de combustible de alta presión se reduzca activamente de acuerdo con la etapa S9, la primera válvula de control del flujo de la primera bomba 100 de combustible de alta presión se controla de nuevo de acuerdo con el control del proceso, por ejemplo, el control del proceso PID. El proceso mostrado en la figura 4 ilustra que, de acuerdo con esta realización a modo de ejemplo de la presente exposición, las válvulas de control del flujo 120, 220 están integradas en un control del proceso, preferiblemente un control del proceso PID. No obstante, en caso de que la carga del motor en curso sea menor que el umbral del motor, alternativamente una de las dos válvulas de control del flujo 120, 220 se ajusta activamente para el primer o segundo periodo de tiempo tal que pase un valor de cero o bien una pequeña cantidad de combustible a su través.

Finalmente, se observará que la expresión "primera cantidad de combustible" puede significar que, por ejemplo, el 30%, ó el 20% ó el 10% ó el 5% ó el 1% ó el 0,5% ó el 0,1% ó el 0,01% ó el 0,001% o menor de la cantidad máxima de combustible bombeado por la bomba 100, 200 de combustible de alta presión, pueda pasar por la válvula de control del flujo correspondiente 120, 220. Todo el porcentaje intermedio entre aproximadamente el 30% y el 0,0% está incluido expresamente en esta exposición.

Además de ello, la primera cantidad de combustible puede ser cualquier porcentaje entre aproximadamente el 30% al 0% de la segunda cantidad de combustible.

Se observará que la expresión "cantidad de combustible" utilizada anteriormente puede ser reemplazada por la expresión "régimen de combustible". En consecuencia, la expresión "primera cantidad de combustible" puede reemplazarse por "el primer régimen de combustible" y "la segunda cantidad de combustible" puede reemplazarse por "el segundo régimen de combustible". La expresión "cantidad de combustible" puede significar un volumen absoluto de combustible, por ejemplo 4 ml. La expresión "régimen del combustible" puede significar un volumen/tiempo, por ejemplo, 4 ml/s.

En una exposición expuesta, en el caso de que la carga del motor en curso esté por debajo de un umbral de carga ajustado, las bombas de combustible pueden estar operadas en un modo bajo de control de conmutación de la bomba de carga. En consecuencia, la bomba de combustible de alta presión puede calentarse durante la operación en el primer modo de bombeado y la bomba de combustible de alta presión puede calentarse menos o incluso puede estar fría durante el funcionamiento en el segundo modo de operación. Debido a la conmutación de las bombas de combustible de alta presión entre el primer y segundo modos de bombeado, la temperatura media de las bombas de combustible de alta presión podría ser mas alta cuando las bombas de combustible de alta presión estén operadas con unos regimenes de flujo grandes, pero todas las bombas de combustible de alta presión podrán permanecer no obstante en unos rangos de temperatura tolerables incluso durante el ralentí.

Una ventaja de ciertas realizaciones preferidas puede ser que la configuración básica del sistema de inyección de combustible no tenga que cambiarse. La unidad de control puede modificarse fácilmente sin esfuerzos, y por tanto con unos costos reducidos.

El sistema anteriormente descrito puede estar controlado por la observación de la carga en el motor. Alternativamente, el sistema puede estar controlado por la medida de las temperaturas, por ejemplo, la temperatura de una o más bombas y/o la temperatura de una o más líneas de retorno del combustible. Un ejemplo de esta realización es el mostrado en la figura 5, que es una modificación de la realización de la figura 1, tal que no será necesario describir algunos de los elementos. En esta realización, la información de la temperatura concerniente a una o mas bombas o bien una o más líneas de retorno de combustible podrá generarse por uno o más sensores de

temperatura 150, y la información de la temperatura podrá comunicarse a la unidad de control 400. La unidad de control 400 puede entonces utilizar esta información de la temperatura para determinar el momento de la conmutación o el cambio de los modos operativos de las válvulas de control del flujo 120, 220 y/o las bombas 100, 200. Por ejemplo, si la temperatura de la bomba de combustible 100 y/o la línea de retorno de combustible 125  
5 excede de un umbral de temperatura predeterminado, debido a la bomba 100 que esté operada en un modo en donde se bombea poco o nada del combustible, la unidad de control 400 puede conmutar la operación de las bombas 100, 200, de forma tal que la bomba 100 pueda bombear una cantidad mayor de combustible, enfriando por tanto la bomba 100, y en donde la bomba 200 bombee poco o ningún combustible. Además de ello o en una alternativa, la unidad de control 400 puede provocar que la válvula 120 de control del flujo se abra y que permita  
10 que pase más combustible a su través, cuando se determine que la bomba 100 y/o la línea de retorno de combustible 125 haya excedido un umbral de temperatura predeterminado. De forma similar, si la unidad de control 400 determina que la bomba 200 y/o la línea de retorno de combustible 225 haya excedido un límite de temperatura predeterminado, entonces la unidad de control 400 puede provocar que la válvula 220 de control del flujo se abra y/o que permita pasar mas combustible a su través, de forma que la bomba 200 se enfríe.

15 Finalmente, la idea básica de la presente exposición puede observarse en un funcionamiento alternativo al menos de dos bombas de combustible de alta presión si se exige una pequeña cantidad de combustible por el motor de combustión interna, por ejemplo, cuando el motor de combustión interna, por ejemplo, tal como un motor diesel grande, esté operando al ralentí o que tenga una carga baja. Si la primera bomba recibe una cantidad mínima de combustible, por ejemplo, mediante el ajuste de una válvula de control asociada con la primera bomba, de forma que  
20 pueda obtenerse el paso más pequeño en dicha válvula de control, la primera bomba podrá calentarse. La segunda bomba bombea simultáneamente la cantidad (baja) de combustible necesario para operar el motor con la carga necesaria. En consecuencia, la segunda bomba puede enfriarse. Después de un periodo de tiempo definido (o bien si la temperatura de la primera bomba alcanza un nivel definido) se conmuta la operación de las dos bombas. A continuación, la primera bomba bombea la cantidad (baja) de combustible necesario para operar el motor con la carga deseada. Consecuentemente, la primera bomba puede enfriarse. La segunda bomba bombea simultáneamente una cantidad mínima de combustible y puede calentarse. Debido a estos modos de bombeo alternativo ambas bombas pueden calentarse y enfriarse sin alcanzar un nivel crítico de la temperatura.

25 Se observará que la presente exposición se refiere tanto a una operación de control en bucle cerrado y a un simple control. Si por ejemplo las bombas bombean una cantidad de combustible que es mas alta que la demandada por los inyectores del motor, una válvula en el rail común podrá abrirse para controlar la presión del combustible.

30 Aunque se han descrito las realizaciones preferidas de esta invención podrán incorporarse mejoras y modificaciones sin desviarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (5) de inyección de combustible, para suministrar combustible al alta presión en un motor de combustión interna (500), que comprende:

5 al menos dos bombas de combustible de alta presión (100, 200), en donde cada bomba de combustible de alta presión (100, 200) está configurada para bombear combustible (105, 205) a una alta presión en un sistema de líneas de distribución de combustible de alta presión (300) de forma fluida en comunicación con el motor de combustión interna (500), en donde cada una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200) están configuradas para ser operadas en un primer modo de bombeo, de forma tal que en el primer modo de bombeo se pueda bombear una primera cantidad de combustible (105, 205), y en el segundo modo de bombeo una segunda cantidad de combustible (105, 205), en donde la segunda cantidad de combustible sea mayor que la primera cantidad de combustible, en donde la cantidad total de combustible esté bombeada simultáneamente por todas las bombas de combustible de alta presión (100, 200), que corresponde a una cantidad de combustible que es necesaria para poder operar el motor de combustión interna (500) con una carga del motor predeterminada, caracterizado porque:

15 una unidad de control (400) configurada para operar alternativamente las bombas (100, 200) de combustible de alta presión tal que durante un primer periodo de tiempo al menos una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200) está operada en el primer modo de bombeo y en donde todas las demás bombas de combustible de alta presión (100, 200) están operadas simultáneamente en el segundo modo de bombeo, y de forma tal que durante un segundo periodo de tiempo al menos una de las bombas (100, 200) de combustible de alta presión que fueron operadas en el primer periodo de tiempo en el segundo modo de bombeo, fue operada en el primer modo de bombeo y en donde el resto de las bombas de combustible de alta presión (100, 200) se operan simultáneamente en el segundo modo de bombeo.

2. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

25 las bombas de combustible de alta presión (100, 200) están configuradas para estar accionadas mecánicamente por el motor de combustión interna (500), preferiblemente por un acoplamiento mecánico y/o una transmisión, y en donde las bombas de combustible de alta presión (100, 200) están configuradas para operar en paralelo para bombear el combustible suministrado (10) a un rail común (305) del sistema de líneas (300) de distribución de combustible de alta presión.

3. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada bomba (100, 200) de combustible de alta presión incluye una sección (110, 210) de admisión de combustible, un elemento de bombeado de alta presión (115, 215) dispuesto en la zona de aguas debajo de la sección de admisión de combustible (110, 210), y una línea de retorno de combustible (125, 225) dispuesta para retornar el combustible de fugas entre el elemento de bombeado (115, 215), y una guía del elemento de bombeado hasta la sección de admisión de combustible (110, 210).

4. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, incluyendo además respectivamente una válvula de control del flujo (120, 220) dispuesta entre un depósito de combustible (10) y cada bomba de alta presión (100, 200), en donde todas las válvulas de control (120, 220) son controlables por la unidad de control (400) para conmutar entre el primer y segundo modos.

5. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde cada válvula de control del flujo (120, 220) es ajustable para regular la cantidad de combustible que fluye dentro de la respectiva bomba (100, 200) de combustible de alta presión.

6. El sistema (5) de inyección de combustible de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en donde

45 la unidad de control (400) está configurada para operar la válvula (120, 220) de control de flujo de al menos una bomba (100, 200) de combustible de alta presión en el primer modo de bombeado, de forma tal que la primera cantidad de combustible pase desde la sección de admisión de combustible asociada (110, 210) al elemento de bombeado asociado (115, 215), y

50 la unidad de control (400) está configurada para operar la válvula de control del flujo (125, 225) del resto de las bombas (100, 200) de combustible de alta presión en el segundo modo de bombeado, de forma tal que la segunda cantidad de combustible pase desde las secciones (110, 210) de admisión de combustible hasta los elementos de bombeo asociado (115, 215) en donde la cantidad total del combustible bombeado por todas las bombas de alta presión (100, 200) se corresponda con la cantidad del combustible requerido para operar el motor de combustión interna (500) para la carga deseada del motor.

7. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 6, en donde el sistema (300) de las líneas de distribución de combustible de alta presión incluye un rail común (305) y un sensor de presión (405) configurado para detectar la presión del combustible en un rail común (305), en donde el sensor de presión (405) se comunica con la unidad de control (400) y en donde la unidad de control (400) controla las válvulas (120, 220) del flujo de acuerdo con la presión del combustible detectada por el sensor de presión (405).

- 5 8. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde la unidad de control (400) está configurada para alternativamente operar las bombas de combustible de alta presión (100, 200) en el primer y segundo modos cuando una carga en curso del motor (500) de combustión interna esté por debajo de un umbral de carga predeterminado, preferiblemente cuando el motor de combustión interna (500) esté operando al ralentí.
- 10 9. El sistema de inyección de combustible (5) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 4-6, en donde la unidad de control (400) comprende un controlador, en particular un controlador PID o bien un controlador de presión, configurado para operar las válvulas de control del flujo (120, 220) para ajustar las válvulas de control del flujo (120, 220), de acuerdo con la presión del combustible detectada en un rail común (305) del sistema (300) de líneas de distribución de alta presión, o bien de acuerdo con la temperatura detectada en asociación con una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200).
- 15 10. Un método para controlar al menos dos bombas de combustible de alta presión (100, 200), en donde las mencionadas bombas de combustible de alta presión (100, 200) están configuradas para suministrar combustible de alta presión (105, 205) en paralelo desde un depósito de combustible (10) a un rail común (305) en comunicación fluida con un motor de combustión interna (500), en donde el método está caracterizado porque comprende:
- 20 operar durante un primer periodo de tiempo al menos una de las mencionadas bombas de combustible de alta presión (100, 200) en un primer modo de bombeo, y operar simultáneamente todas las demás bombas de combustible de alta presión (100, 200) en un segundo modo de bombeo, en donde se bombea una mayor cantidad de combustible por la respectiva bomba (100, 200) de alta presión en el segundo modo de bombeo que en el primer modo de bombeo, y
- 25 subsiguientemente operar durante un segundo periodo de tiempo al menos una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200), las cuales fueron operadas en el primer periodo de tiempo en el segundo modo de bombeo, en el primer modo de bombeo y operando simultáneamente todas las demás bombas de combustible de alta presión (100, 200) en el segundo modo de bombeo, y
- 30 en donde en el primer periodo de tiempo y en el segundo periodo de tiempo la cantidad total del combustible bombeado simultáneamente por todas las bombas de combustible de alta presión (100, 200) corresponde a una cantidad de combustible que es necesario para operar el motor (500) de combustión interna o bien por debajo de una carga del motor predeterminada.
- 35 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde las bombas (100, 200) de combustible de alta presión están accionadas mecánicamente por el motor de combustión interna (500), preferiblemente por medio de un acoplamiento mecánico y/o una transmisión, o en donde las bombas de combustible de alta presión (100, 200) están controladas electrónicamente, en donde el método comprende además:
- 40 operar las bombas de combustible de alta presión (100, 200) en el primer y segundo modos de bombeo, respectivamente, solo cuando la carga en curso del motor de combustión interna (500) sea igual o por debajo de un umbral de carga predeterminada, preferiblemente cuando el motor (500) de combustión interna esté operando al ralentí.
- 45 12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10, 11, en donde el numero total de bombas de combustible de alta presión (100, 200) que operan simultáneamente en el primer modo de bombeo, es igual o menor que el numero total de bombas de combustible de alta presión (100, 200) operando dentro del mismo periodo de tiempo en el segundo modo, preferiblemente siendo una el numero total de bombas de combustible de alta presión (100, 200) que operan simultáneamente en el primer modo de bombeo.
- 50 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde cada una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200) incluyen una válvula de control del flujo (120, 220) dispuestas en la zona de aguas abajo de una sección de admisión de combustible asociada (110, 210) y dispuestas en la zona de aguas arriba de un elemento de bombeado de alta presión asociado (115, 215), en donde las válvulas de control del flujo (120, 220) están configuradas para regular la cantidad de combustible que pasa desde la sección de admisión de combustible asociada (110, 210) al elemento de bombeado asociado (115, 215) y en donde el método comprende además las etapas de:
- 55 Ajustar las válvulas de control del flujo (120, 220) para operar alternativamente las bombas de combustible de alta presión (100, 200) en el primer modo de bombeo y el segundo modo de bombeo.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde las válvulas de control de flujo (120, 220) están operadas de acuerdo con un proceso de control, en particular un proceso de control PID, de acuerdo con una presión del combustible detectada en el rail común (305) o de acuerdo con una temperatura definida detectada en asociación con una de las bombas de combustible de alta presión (100, 200).
15. Un programa de ordenador, que comprende unas instrucciones ejecutables para ejecutar las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-14.

FIG. 1

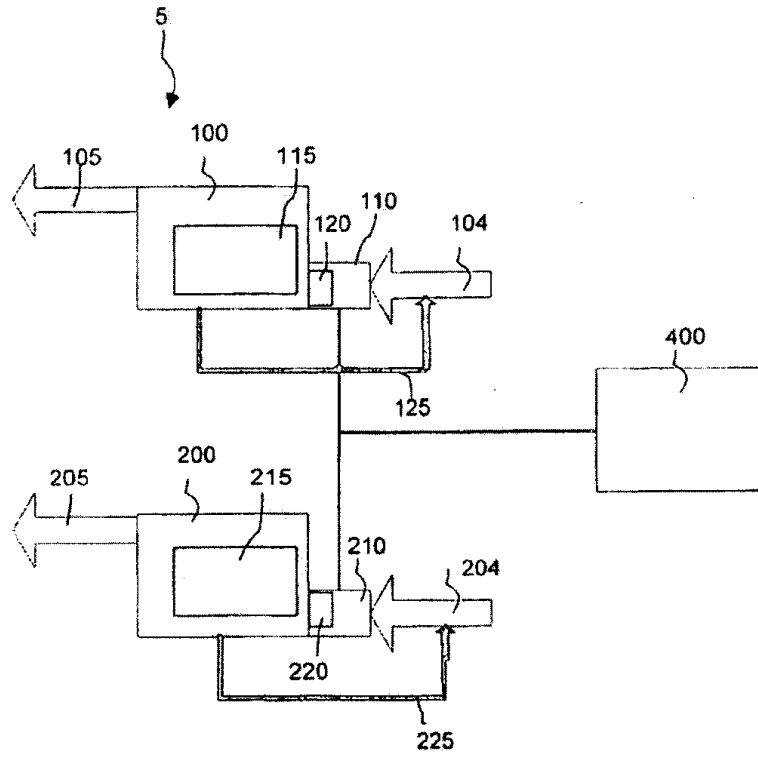


FIG. 2

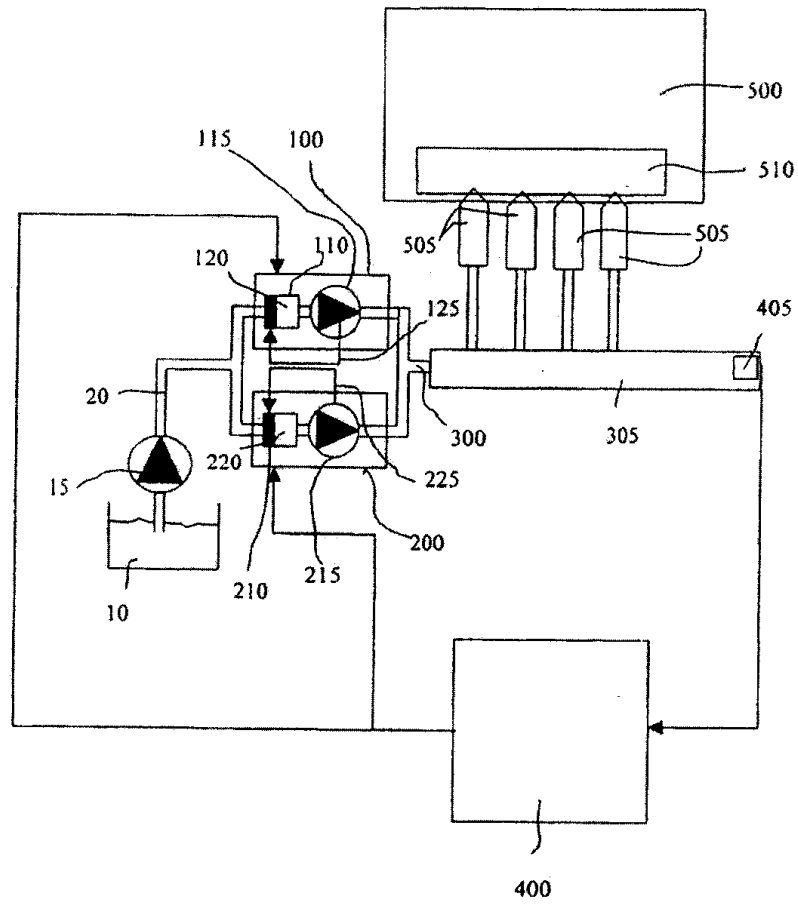


FIG. 3

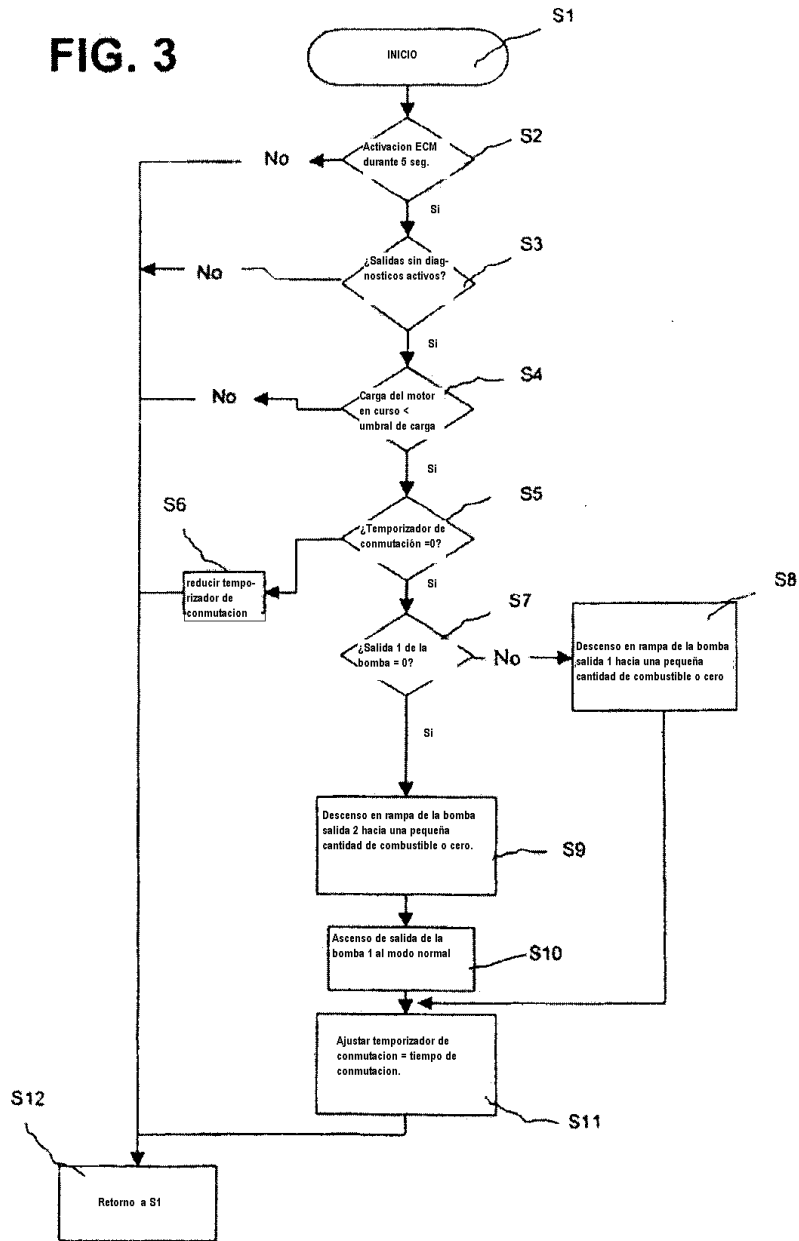


FIG. 4

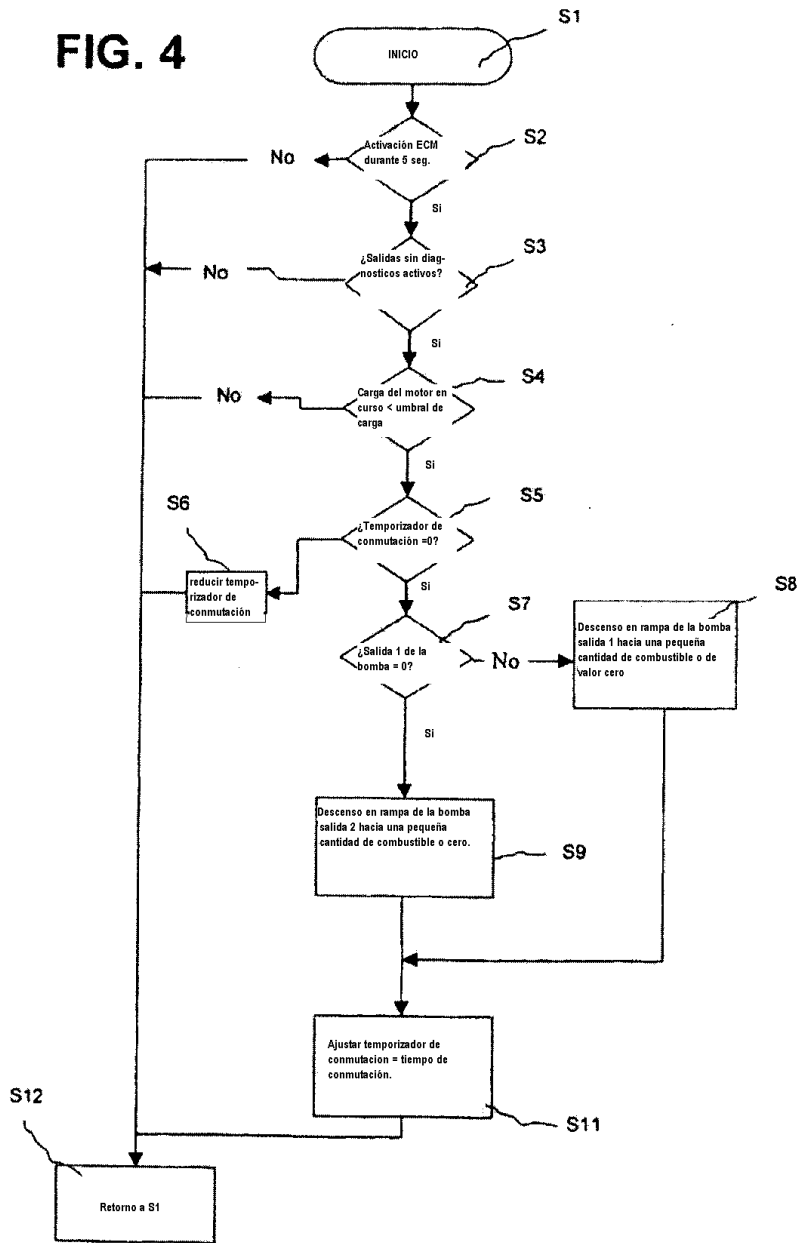


FIG. 5

