



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 905**

51 Int. Cl.:  
**F02P 19/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06113550 .5**

96 Fecha de presentación : **05.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1719909**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.11.2006**

54 Título: **Un motor de combustión interna provisto con una bujía de encendido en una cámara de combustión y un método de control para la bujía de encendido.**

30 Prioridad: **06.05.2005 IT BO05A0326**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.12.2008**

73 Titular/es:  
**MAGNETI MARELLI POWERTRAIN S.p.A.**  
**Viale Aldo Borletti, 61/63**  
**20011 Corbetta, IT**

72 Inventor/es: **Serra, Gabriele y**  
**De Cesare, Matteo**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 309 905 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 2 309 905 T3

## DESCRIPCIÓN

Un motor de combustión interna provisto con una bujía de encendido en una cámara de combustión y un método de control para la bujía de encendido.

5

La presente invención se refiere a un motor de combustión interna provisto con un dispositivo calefactor en una cámara de combustión, y a un método de control para el dispositivo calefactor.

10

Como se sabe, las cámaras de combustión de los motores de combustión interna, en particular motores diesel, están provistas con dispositivos calefactores conocidos típicamente como "bujía de encendido", cuya función es calentar apropiadamente las cámaras de combustión y el fluido operativo en estas cámaras para asegurar una cierta eficacia del proceso de combustión incluso en condiciones operativas que no son óptimas, por ejemplo a baja temperatura de la cámara de combustión y/o del fluido operativo.

15

En los motores de combustión interna, una de las condiciones operativas más críticas a las que está sometido el proceso de combustión y en la que se requiere el uso de bujías de encendido, es en particular la fase de ignición del motor.

20

En esta fase, en la práctica, la temperatura de la cámara de combustión es baja, es decir, es menor que la temperatura de trabajo requerida para obtener un proceso de combustión suficientemente eficaz; una tensión de suministro por lo tanto, se suministra a la bujía de encendido para llevar la temperatura de esta último a un valor igual a una temperatura objetivo que tiene que alcanzarse en las condiciones de trabajo.

25

Se sabe también, que uno de los requisitos más importantes para los conductores de vehículos con motores de combustión interna es la necesidad de reducir al mínimo el tiempo de precalentamiento de la bujía de encendido, que corresponde al intervalo de tiempo que tarda la bujía, durante la fase de ignición del motor, en llevar su temperatura a un valor igual a la temperatura objetivo.

30

Para este fin, se han propuesto sistemas de control electrónico de bucle abierto adaptados para accionar la bujía de encendido para reducir el tiempo de precalentamiento en la última generación de motores de combustión interna. Durante la fase de ignición del motor, estos sistemas de control electrónico en particular estimulan el suministro de tensión de la bujía de encendido, es decir, aumentan el suministro de tensión a un valor mayor que la tensión nominal suministrada a la bujía de encendido en condiciones de trabajo normales, para provocar que la temperatura de la bujía de encendido aumente extremadamente rápido, obteniendo de esta manera una reducción del tiempo de precalentamiento.

35

Al final de la fase de ignición, el sistema de control estabiliza la tensión de suministro de la bujía de encendido al valor nominal para mantener su temperatura a un valor sustancialmente igual a la temperatura objetivo.

40

Aunque reducen el tiempo de precalentamiento de la bujía de encendido, los sistemas de control electrónico analizados anteriormente tienen numerosos inconvenientes: en primer lugar, el suministro de una sobretensión a la bujía de encendido puede dañarla cuando las condiciones iniciales de la bujía y la cámara de combustión difieren de las condiciones indicadas en el control; en la práctica, si la ignición, en lugar de tener lugar desde un motor "frío", tiene lugar desde un motor "caliente", es decir, a una temperatura ligeramente menor que la temperatura de trabajo, entonces el suministro de una sobretensión de la bujía de encendido puede generar una temperatura extremadamente alta que es mayor que la temperatura que puede tolerarse en la bujía de encendido, sometiendo de esta manera esta último a una tensión térmica excesiva que no puede soportar.

45

50

Un segundo inconveniente radica en el hecho de que los sistemas de control electrónico de bucle abierto analizados anteriormente no aseguran que la temperatura de la bujía permanezca suficientemente estable con las variaciones de aquellos parámetros operativos del motor que en alguna extensión provocan un cambio de temperatura a la cámara de combustión. En otras palabras, el control de la temperatura de la bujía de encendido realizado por los sistemas de control electrónico mencionados anteriormente no es muy fiable puesto que el parámetro de temperatura a controlar está condicionado por un número de parámetros del motor y por un número de condiciones ambientales a las que está expuesta la bujía.

55

60

Para reducir el tiempo de precalentamiento, se han propuesto también bujías de encendido autorreguladoras y están provistas con un varistor interno que varía su resistencia en función de la temperatura para provocar una regulación automática de la energía térmica generada, obteniendo de esta manera un control automático de la temperatura de la bujía de encendido.

65

Estas bujías de encendido autorreguladoras tienen el inconveniente de que están sometidas a un grado de dispersión de temperatura en las diversas condiciones operativas del motor; en la práctica, según varía el punto operativo del motor hay un cambio en el intercambio de calor y la autorregulación de la bujía de encendido es incapaz de adaptarse apropiadamente a su energía de calentamiento, y de esta manera se somete a mayores variaciones de temperatura.

El documento EP-1408233 describe un proceso para controlar el calentamiento de las bujías de encendido en un motor diesel que comprende emular el comportamiento térmico de la bujía durante el calentamiento, y el documento

## ES 2 309 905 T3

WO-9506203 se refiere a un método para accionar un elemento calefactor tal como una bujía de encendido desde un suministro de energía eléctrica.

5 El objeto de la presente invención es proporcionar un motor de combustión interna provisto con un dispositivo calefactor y un método de control para el dispositivo calefactor, que hace posible reducir el tiempo de precalentamiento del dispositivo calefactor y, al mismo tiempo, asegura que la temperatura del dispositivo calefactor permanezca muy estable en cualquier condición operativa del motor.

10 La presente invención se refiere a un motor de combustión interna provisto con un dispositivo calefactor como se indica en la reivindicación 1, y preferiblemente, en una cualquiera de las reivindicaciones posteriores que dependen directa o indirectamente de la reivindicación 1.

15 La presente invención se refiere también a un método de control para un dispositivo calefactor en un motor de combustión interna, como se indica en la reivindicación 8 y preferiblemente, en una cualquiera de las reivindicaciones posteriores que dependen directa o indirectamente de la reivindicación 8.

La presente invención se refiere adicionalmente a una unidad de control electrónico para el control de un dispositivo calefactor en un motor de combustión interna como se indica en la reivindicación 15.

20 La presente invención se describe a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran diversas realizaciones no limitantes de la misma, y en los que:

25 La Figura 1 es una vista en diagrama de un motor de combustión interna provisto con un dispositivo calefactor realizado de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una unidad de control electrónico que forma parte del motor de combustión interna mostrado en la Figura 1;

30 La Figura 3 es un diagrama de bloques de un módulo de estimación de temperatura de una unidad de control electrónico del motor de combustión interna mostrado en la Figura 2.

35 El principio en el que se basa la presente invención es esencialmente el de realizar un control de retroalimentación (es decir, un control de bucle cerrado) de la temperatura del dispositivo calefactor en una cámara de combustión de volumen variable de un motor de combustión interna, como función de una estimación de la temperatura de este dispositivo calefactor; esta estimación se realiza usando un modelo de equilibrio de energía de las energías térmicas generadas e intercambiadas dentro de la cámara de combustión.

40 En otras palabras, la presente invención se basa en la noción de estimar la temperatura del dispositivo calefactor en base al equilibrio de energía entre la energía térmica desarrollada por el dispositivo calefactor, y la energía térmica intercambiada entre la cámara de combustión y el fluido operativo contenido en esta cámara de combustión, y accionar el dispositivo calefactor en función de la diferencia entre la temperatura estimada y una temperatura objetivo que necesita alcanzar el dispositivo calefactor en una condición operativa del motor particular.

45 Con referencia a la Figura 1, un motor de combustión interna, preferiblemente un motor diesel, se muestra en conjunto en forma de diagrama con el número de referencia 1 y comprende una serie de cilindros 2 (sólo uno de los cuales se muestra por claridad de ilustración) y, para cada cilindro 2, un conducto de admisión 3 conectado al cilindro relativo 2 para proporcionar un flujo de aire como entrada al cilindro 2, y un conducto de escape 4 conectado al cilindro 2 para recibir el flujo de aire que contiene los gases de escape desde este cilindro, y un dispositivo de refrigeración 5 que es de un tipo conocido y que por lo tanto no se describe en detalle, que está atravesado internamente por un flujo (de agua, por ejemplo) adaptado para refrigerar el motor de combustión interna 1.

50 Cada cilindro 2 está acoplado un pistón 6 que está adaptado para deslizarse en una manera lineal a lo largo de cilindro 2 y está acoplado mecánicamente a un árbol director 7 mediante una varilla de conexión 8. El espacio libre dentro del cilindro 2 y limitado por el pistón 6 forma, como se sabe, una cámara de combustión de volumen variable 9 en el cilindro 2.

60 Cada cilindro 2 comprende adicionalmente un inyector 10 adaptado cíclicamente para inyectar combustible al cilindro 2 y al menos un dispositivo calefactor que, en la realización mostrada, está formado por una bujía de encendido 11 adaptado para calentar la cámara de combustión 9.

65 Con referencia a las Figuras 1 y 2, el motor de combustión interna 1 está provisto adicionalmente con una unidad de control electrónico 12 que supervisa el funcionamiento del motor 1 y está adaptado en particular, para accionar la bujía de encendido 11 para calentar la cámara de combustión 9 de acuerdo con un método de control que se describe con detalle a continuación.

En particular, la unidad de control electrónico 12 estima, paso a paso, la temperatura  $T_{GS}$  de la bujía de encendido 11 y ajusta la energía eléctrica a suministrar a la bujía de encendido 11 como una función de esta temperatura estimada  $T_{GS}$ .

## ES 2 309 905 T3

Con referencia a la realización mostrada en la Figura 2, la unidad control electrónico 12, de la cual sólo se muestran los componentes esenciales para la comprensión de la presente invención, comprende un módulo de estimación 13 que recibe como entrada una serie de magnitudes del motor y parámetros operativos, y está adaptada para generar como salida, como una función de este último, una señal indicativa de la temperatura estimada  $T_{GS}$  de la bujía de encendido 11. Debe observarse, con respecto a la descripción anterior, que los parámetros operativos se suministran a la unidad de control electrónico 12 mediante una serie de detectores y/o transductores y/o dispositivos de medida conocidos instalados en diversos puntos apropiados del motor.

La unidad de control electrónico 12 comprende adicionalmente, un circuito de suma 14 que recibe como entrada una señal que indica la temperatura estimada  $T_{GS}$  y una señal que indica una temperatura objetivo  $T_{GO}$  correspondiente a la temperatura que es necesario que alcance la bujía de encendido 11, suministra como salida una señal de error  $e_T$  que muestra la diferencia entre la temperatura objetivo  $T_{GO}$  a alcanzar y la temperatura estimada  $T_{GS}$ .

La unidad de control electrónico 12 comprende adicionalmente un módulo de control 15 que recibe como entrada la señal de error  $e_T$  y genera como función de esta última, una señal de control  $S_{COM}$  que acciona la bujía de encendido 11. En particular, el módulo de control 15 genera preferiblemente la señal de control  $S_{COM}$  mediante una modulación de anchura de pulso PWM. En este caso, la señal de control  $S_{COM}$  comprende una serie de pulsos caracterizada por un valor de tensión  $V_a$  y un coeficiente de utilización específico cuyo valor se muestra a continuación mediante DCY.

El módulo de control 13 está adaptado apropiadamente para modular el coeficiente de utilización DCY y/o el valor de tensión  $V_a$  de la señal de control  $S_{COM}$  a suministrar a la bujía de encendido 11 como una función de la señal de error  $e_T$  para suministrar a la misma una energía eléctrica específica de manera que esta bujía 11 puede generar una energía térmica correspondiente.

Con referencia a la Figura 3, el módulo de estimación 13 comprende un bloque 16 que recibe como entrada una señal correlacionada con la tensión  $V_a$  de la señal de control  $S_{COM}$ , una señal que indica el coeficiente de utilización DCY de la señal de control  $S_{COM}$  generada por el módulo de control 15 y una señal que indica la resistencia eléctrica  $R_G$  de la bujía de encendido 11.

El bloque 16 está adaptado para procesar los parámetros  $V_a$ , DCY y  $R_G$  para proporcionar como salida una señal que indica la energía térmica  $P_{TG}$  generada por la bujía de encendido 11 cuando esta última se suministra con la señal de control  $S_{COM}$ . En este caso, el bloque 16 está adaptado para calcular la energía térmica  $P_{TG}$  implementando la siguiente relación:

$$P_{TG} = (V_a^2 \cdot DCY) / (R_G)$$

El módulo de estimación 13 comprende adicionalmente un bloque 17 que está adaptado para calcular la temperatura media  $T_{COMB}$  en la cámara de combustión 9 y un bloque 18 adaptado para calcular un coeficiente de intercambio de calor hS.

El bloque 17 en particular recibe como entrada una señal que indica la temperatura  $T_{AIRE}$  del aire de entrada, una señal que indica la temperatura  $T_{H_2O}$  del fluido de refrigeración, una señal que indica un parámetro CARGA correspondiente a la carga medida en el motor 1, una señal que indica el número de revoluciones del motor RPM y una señal que indica el estado operativo del motor  $S_{ESTADO}$ .

En este caso, la señal que indica el estado operativo del motor  $S_{ESTADO}$  comprende, alternativamente, un primer estado operativo correspondiente a una condición en la que el motor se hace que gire mediante el proceso de combustión, o un segundo estado correspondiente a una condición en la que el motor es estacionario, o un tercer estado correspondiente a una condición en la que el motor se hace que gire en ausencia de un proceso de combustión. Con más detalle, el primer estado puede corresponder, por ejemplo, a la condición en la que el motor es accionado en rotación por el proceso de combustión y consigue un número de revoluciones mayor que un valor mínimo predeterminado (por ejemplo 780 RPM), el segundo estado operativo del motor puede corresponder a una condición de no combustión en la que el motor está accionado en rotación por un dispositivo iniciador eléctrico (estárter del motor) a una velocidad de rotación de aproximadamente 250 RPM, mientras que el tercer estado puede corresponder a la condición en la que el motor es estacionario y la llave de ignición está en un estado de Llave Conectada.

Se entenderá que la señal que indica el estado operativo del motor  $S_{ESTADO}$  puede generarse mediante un módulo de supervisión (no mostrado) de tipo conocido que es capaz, instante a instante, de determinar la condición operativa del motor, mientras que la señal que indica el parámetro CARGA puede generarse mediante un detector montado en el motor para medir su carga (como se muestra en la Figura 1), o puede estimarse directamente mediante un módulo de cálculo de la unidad de control electrónico 12 (no mostrado).

El bloque 17 determina la temperatura  $T_{COMB}$  de la cámara de combustión 9 mediante una serie de funciones almacenadas en una memoria (no mostradas) de la unidad de control electrónico 12, cada una de las cuales se selecciona mediante un bloque 17 como una función del estado operativo del motor  $S_{ESTADO}$ . En este caso, una primera tabla que contiene un número de valores numéricos que define una primera estimación de la función  $F_{ST1}$  (RPM, CARGA) de la temperatura  $T_{COMB}$  se almacena en la memoria (no mostrada) y se asocia con el primer estado operativo de

## ES 2 309 905 T3

motor, haciendo posible estimar para cada combinación de valores de velocidad RPM y la carga CARGA un valor correspondiente de la temperatura  $T_{\text{COMB}}$ .

Una segunda tabla que contiene una pluralidad de valores numéricos que definen una segunda función de estimación  $F_{\text{ST2}}(T_{\text{H}_2\text{O}})$  de la temperatura  $T_{\text{COMB}}$  se almacena adicionalmente en la memoria (no mostrada) y se asocia con el segundo estado operativo del motor, haciendo posible estimar, para cada valor de la temperatura del fluido de refrigeración  $T_{\text{H}_2\text{O}}$ , un valor correspondiente de la temperatura  $T_{\text{COMB}}$ , así como una tercera tabla que contienen una pluralidad de valores numéricos que definen una tercera función de estimación  $F_{\text{ST3}}(T_{\text{AIRE}})$  de la temperatura  $T_{\text{COMB}}$ , que está asociada con el tercer estado operativo del motor, haciendo posible estimar para cada valor de la temperatura del aire de entrada  $T_{\text{AIRE}}$ , un valor correspondiente de la temperatura  $T_{\text{COMB}}$ .

El bloque 18 recibe como entrada la señal que indica el número de revoluciones RPM y calcula, mediante una función de intercambio de calor H (RPM), el coeficiente de intercambio de calor hS de la cámara de combustión 9. En este caso, una cuarta tabla que contiene una pluralidad de valores numéricos que definen la función de intercambio de calor H (RPM) se almacena en la memoria (no mostrado), haciendo posible calcular un coeficiente de intercambio de calor correspondiente hS para cada valor del número de revoluciones del motor RPM.

El módulo de estimación 13 comprende adicionalmente un bloque 19 que recibe como entrada la señal que indica el coeficiente de intercambio de calor hS, la señal que indica la temperatura  $T_{\text{COMB}}$  y la señal que indica la temperatura  $T_{\text{GS}}$  de la bujía de encendido 11. Se entenderá que la temperatura  $T_{\text{GS}}$  puede almacenarse de tiempo en tiempo en la memoria (no mostrada) y que el bloque 19 recibe como entrada la señal correspondiente al último valor de la temperatura  $T_{\text{GS}}$  calculado por el módulo de estimación 13 durante la estimación previa. Se entenderá también que durante el ajuste inicial de la unidad de control electrónico 12, cuando el módulo de estimación 13 está operativo por primera vez, es posible asignar un valor predeterminado apropiado a la temperatura  $T_{\text{GS}}$ .

El bloque 19 procesa los parámetros  $T_{\text{GS}}$ ,  $T_{\text{COMB}}$  y hS para proporcionar como salida una señal que indica la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada con el fluido operativo en la cámara de combustión 9. En este caso, el bloque 19 calcula la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada mediante la siguiente relación:

$$P_{\text{TS}} = hS(T_{\text{GS}} - T_{\text{COMB}})$$

El módulo de estimación 13 comprende adicionalmente un circuito de suma 20 que recibe como entrada la señal correspondiente a la energía térmica  $P_{\text{TG}}$  generada y la señal que indica la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada y suministra como salida una señal que indica la diferencia  $\Delta P$  entre la energía térmica  $P_{\text{TG}}$  generada y la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada:  $\Delta P = (P_{\text{TG}} - P_{\text{TS}})$ .

El módulo de estimación 13 comprende por último un bloque 21 que está adaptado para recibir como entrada la señal que indica la diferencia  $\Delta P$  entre la energía térmica  $P_{\text{TG}}$  generada y la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada, y una señal que indica la capacidad térmica  $C_{\text{BUJIA}}$  de la bujía de encendido 11, cuyo valor está predeterminado, y procesa este último para suministrar como salida la señal que indica la temperatura estimada  $T_{\text{GS}}$  de la bujía de encendido 11. En este caso, el bloque 21 está adaptado para estimar la temperatura  $T_{\text{GS}}$  de la bujía de encendido 11 mediante la siguiente relación:

$$T_{\text{GS}} = \frac{1}{C_{\text{BUJIA}}} \cdot \int_{t_0}^t \Delta P \cdot dt$$

en la que los instantes  $t_0$  y  $t$  limitan el intervalo de tiempo durante el que se realiza el equilibrio de energía entre la energía térmica  $P_{\text{TG}}$  generada por la bujía de encendido 11 y la energía térmica  $P_{\text{TS}}$  intercambiada en la cámara de combustión 9 con el fluido operativo (gas de escape).

En el método de control para la bujía de encendido 11, el módulo de estimación 13 de la unidad de control electrónico 12 estima, instante a instante, la temperatura  $T_{\text{GS}}$  en base a los diferentes parámetros del motor analizados anteriormente y el estado de operación de este motor (primer, segundo o tercer estado) y el módulo de control 15 modula apropiadamente la señal de control (en particular, el coeficiente de utilización DCY y/o la tensión  $V_a$ ) a suministrar a la bujía de encendido 11, como una función de la señal de error  $e_T$  que indica la diferencia entre la temperatura objetivo  $T_{\text{GO}}$  a alcanzar por la bujía de encendido 11 y la temperatura estimada  $T_{\text{GS}}$ .

El bloque 17 identifica en particular en la memoria (no mostrada), en base al estado operativo  $S_{\text{ESTADO}}$  del motor, la función de estimación a usar para calcular la temperatura interna  $T_{\text{COMB}}$ . Con mayor detalle, si el estado operativo  $S_{\text{ESTADO}}$  corresponde al primer estado, el bloque 17 calcula la temperatura interna  $T_{\text{COMB}}$  usando la primera función de estimación  $F_{\text{ST1}}$  (RPM, CARGA) en base a la velocidad RPM, y la carga CARGA del motor; mientras que si el estado operativo corresponde al segundo o tercer estado, el bloque 17 calcula la temperatura interna  $T_{\text{COMB}}$  usando la segunda y tercera funciones de estimación  $F_{\text{ST2}}(T_{\text{H}_2\text{O}})$ ,  $F_{\text{ST3}}(T_{\text{AIRE}})$  en base a la temperatura del fluido  $T_{\text{H}_2\text{O}}$  y la temperatura del aire  $T_{\text{AIRE}}$  respectivamente.

## ES 2 309 905 T3

5 Durante esta fase, el bloque 19 recibe como entrada las señales que corresponden a los parámetros  $T_{GS}$ ,  $T_{COMB}$  y  $hS$ , los procesa y suministra como salida la energía térmica  $P_{TS}$  intercambiada, y al mismo tiempo el bloque 16 procesa los parámetros  $V_a$ ,  $DCY$  y  $R_G$  para proporcionar como salida la señal que indica la energía térmica  $P_{TG}$  generada. En este punto, el modelo 21, después de la operación de sustracción entre la energía térmica  $P_{TG}$  generada y la energía térmica  $P_{TS}$  intercambiada, implementada por el circuito de suma 20, estima la temperatura  $T_{GS}$  de la bujía de encendido 11 para proporcionar como salida en forma de una señal eléctrica al circuito de suma 14.

10 El motor 1 y el método de control de la bujía de encendido 11 descritos anteriormente tiene la ventaja de asegurar un control preciso y estable de la temperatura de la bujía de encendido en cualquier condición operativa del motor, asegurando al mismo tiempo una mayor reducción del tiempo de precalentamiento de esta bujía durante la fase de ignición. En contraste a los sistemas de control electrónico conocidos que, como se ha descrito anteriormente, implementan un control de bucle abierto de la temperatura, el método descrito anteriormente implementa un control de retroalimentación de la temperatura, mejorando de esta manera el rendimiento del motor tanto en la fase de ignición como las condiciones de trabajo normales.

15 El motor y el método de control del dispositivo calefactor descrito anteriormente tienen la ventaja de que son sencillos y económicos de realizar y permiten un control de bucle cerrado directo de la temperatura del dispositivo calefactor basado en las magnitudes del motor típicamente disponibles, sin necesidad de usar un detector de temperatura montado directamente en el dispositivo calefactor, esta última solución, además de ser extremadamente compleja de industrializar, también supondría costes muy altos.

20 Se entenderá que el motor y el método de control del dispositivo calefactor como se ha escrito e ilustrado puede modificarse y variarse sin alejarse de esta manera del alcance de la presente invención como se indica en las reivindicaciones adjuntas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión interna (1) que comprende al menos un cilindro (2) provisto con al menos un dispositivo calefactor (11) adaptado internamente para calentar una cámara de combustión de volumen variable (9) del cilindro (2) y una unidad de control electrónico (12) adaptada para accionar el dispositivo calefactor (11) para variar la temperatura del dispositivo calefactor (11); la unidad de control electrónico (12) comprende un medio de estimación (13) adaptado para estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) dentro de la cámara de combustión (9) y un medio de control (15) adaptado para dirigir el dispositivo calefactor (11) como función de la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ); comprendiendo dicho medio de estimación (13) un primer medio de cálculo (6) adaptado para calcular la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada por el dispositivo calefactor (11), un segundo medio de cálculo (17, 18, 19) adaptado para calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada dentro de la cámara de combustión (9) y un tercer medio de cálculo (21) adaptado para estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) como función de la diferencia entre la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada y la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada;

estando **caracterizado** el motor porque (1) dicho segundo medio de cálculo (17, 18, 19) comprende un cuarto medio de cálculo (17) adaptado para calcular la temperatura ( $T_{COMB}$ ) de la cámara de combustión (9) y un quinto medio de cálculo (9) adaptado para calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada como función de la diferencia entre temperatura interna ( $T_{COMB}$ ) de la cámara de combustión (9) y la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11).

2. Un motor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el tercer medio de cálculo (21) está adaptado para estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) mediante la siguiente relación:

$$T_{GS} = \frac{1}{C_{IBUJIA}} \cdot \int_{t_0}^t \Delta P \cdot dt$$

en la que los instantes  $t_0$  y  $t$  limitan el intervalo de tiempo durante el que se realiza el equilibrio de energía,  $\Delta P$  es la diferencia entre la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada y la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada y  $C_{IBUJIA}$  es la capacidad térmica del dispositivo calefactor.

3. Un motor de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el medio de control (15) está adaptado para generar una señal de control ( $S_{COM}$ ) para el dispositivo de calefactor (11), comprendiendo esta señal de control ( $S_{COM}$ ) una serie de pulsos (PWM), estando **caracterizado** el motor porque el primer medio de cálculo (16) está adaptado para calcular la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada como función de una serie de parámetros que comprende la tensión ( $V_a$ ) de la señal de control ( $S_{COM}$ ) y/o el coeficiente de utilización (DCY) de los pulsos la señal de control ( $S_{COM}$ ) y/o la resistencia eléctrica ( $R_G$ ) del dispositivo calefactor (11).

4. Un motor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el quinto medio de cálculo (19) está adaptado para calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada mediante la siguiente relación:  $P_{TS} = hS (T_{GS} - T_{COMB})$  en la que ( $P_{TS}$ ) es la energía térmica intercambiada,  $T_{GS}$  es la temperatura estimada,  $T_{COMB}$  es la temperatura de la cámara de combustión (9) y  $hS$  es el coeficiente de intercambio de calor.

5. Un motor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 4, **caracterizado** porque el cuarto medio de cálculo (17) está adaptado para calcular la temperatura ( $T_{COMB}$ ) de la cámara de combustión (9) como una función de una serie de parámetros del motor ( $T_{AIRE}$ ,  $T_{H_2O}$ , CARGA, RPM) y en base al estado operativo ( $S_{ESTADO}$ ) del motor.

6. Un motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque el medio de control (15) está adaptado para generar una señal de control ( $S_{COM}$ ) como una función de la diferencia entre una temperatura objetivo ( $T_{GO}$ ) que tiene que alcanzar el dispositivo calefactor (11) y la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ).

7. Un método de control para un motor de combustión interno (1) que comprende al menos un cilindro (2) provisto con al menos con un dispositivo calefactor (11) adaptado internamente para calentar una cámara de combustión de volumen variable (9) del cilindro (2), comprendiendo el método de control la etapa de accionar el dispositivo calefactor (11) para variar la temperatura de este dispositivo calefactor (11), de estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) dentro de la cámara de combustión (9) y accionar el dispositivo calefactor (11) como una función de la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ); la etapa de estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) comprende las etapas de calcular la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada por el dispositivo calefactor (11), calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada en la cámara de combustión (9) y estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) como función de la diferencia entre la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada y la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada;

estando **caracterizado** el método de control porque la etapa de calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada en la cámara de combustión (9) comprende las etapas de calcular la temperatura interna ( $T_{COMB}$ ) en la cámara de combustión (9), y calcular la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada en la cámara de combustión (9) como una función entre la diferencia de la temperatura interna ( $T_{COMB}$ ) en la cámara de combustión (9) y la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11).

## ES 2 309 905 T3

8. Un método de control acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** porque la etapa de estimar la temperatura ( $T_{GS}$ ) del dispositivo calefactor (11) comprende la etapa de implementar la siguiente relación:

$$T_{GS} = \frac{1}{C_{tBUJIA}} \cdot \int_{t_0}^t \Delta P \cdot dt$$

en la que los instantes  $t_0$  y  $t$  limitan el intervalo de tiempo durante el que se realiza el equilibrio de energía,  $\Delta P$  es la diferencia entre la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada y la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada, y  $C_{tBUJIA}$  es la capacidad térmica del dispositivo calefactor.

9. Un método de control de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en el que la etapa de dirigir el dispositivo calefactor (11) comprende la etapa de generar una señal de control ( $S_{COM}$ ) para el dispositivo calefactor (11), esta señal de control ( $S_{COM}$ ) comprende una serie de pulsos (PWM), estando **caracterizado** el método porque la etapa de calcular la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada comprende la etapa de calcular la energía térmica ( $P_{TG}$ ) generada como función de una serie de parámetros que comprende la tensión ( $V_a$ ) de la señal de control ( $S_{COM}$ ) y/o el coeficiente de utilización (DCY) y la señal de control ( $S_{COM}$ ) y/o la resistencia eléctrica ( $R_G$ ) del dispositivo calefactor (11).

10. Un método de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque la energía térmica ( $P_{TS}$ ) intercambiada se calcula mediante la siguiente relación:  $P_{TS} = hS (T_{GS} - T_{COMB})$  en la que ( $P_{TS}$ ) es la energía térmica intercambiada,  $T_{GS}$  es la temperatura estimada,  $T_{COMB}$  es la temperatura de la cámara de combustión (9) y  $hS$  es el coeficiente de intercambio de calor.

11. Un método de control acuerdo con las reivindicaciones 7 ó 10, **caracterizado** porque comprende la etapa de calcular la temperatura interna ( $T_{COMB}$ ) en la cámara de combustión (9) como una función de la serie de parámetros del motor ( $T_{AIRE}$ ,  $T_{H_2O}$ , CARGA, RPM) y en base al estado operativo ( $S_{ESTADO}$ ) del motor.

12. Un método de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** porque comprende la etapa de generar la señal de control ( $S_{COM}$ ) como una función de la diferencia entre una temperatura objetivo ( $T_{GO}$ ) que debe alcanzar el dispositivo calefactor (11) y la temperatura estimada ( $T_{GS}$ ).

13. Una unidad de control electrónico (12) para un motor de combustión interna (1), comprendiendo el motor (1) al menos un cilindro (2) provisto con al menos un dispositivo calefactor (11) adaptado internamente para calentar una cámara de combustión de volumen variable (9) del cilindro (2), estando **caracterizada** la unidad de control (12) porque implementa un método de control para el dispositivo calefactor (11) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12.

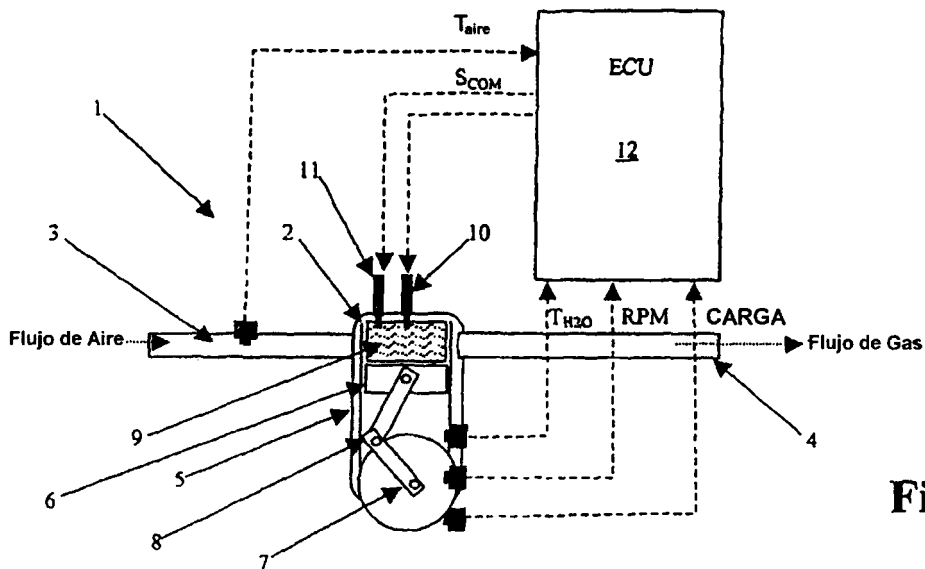


Fig. 1

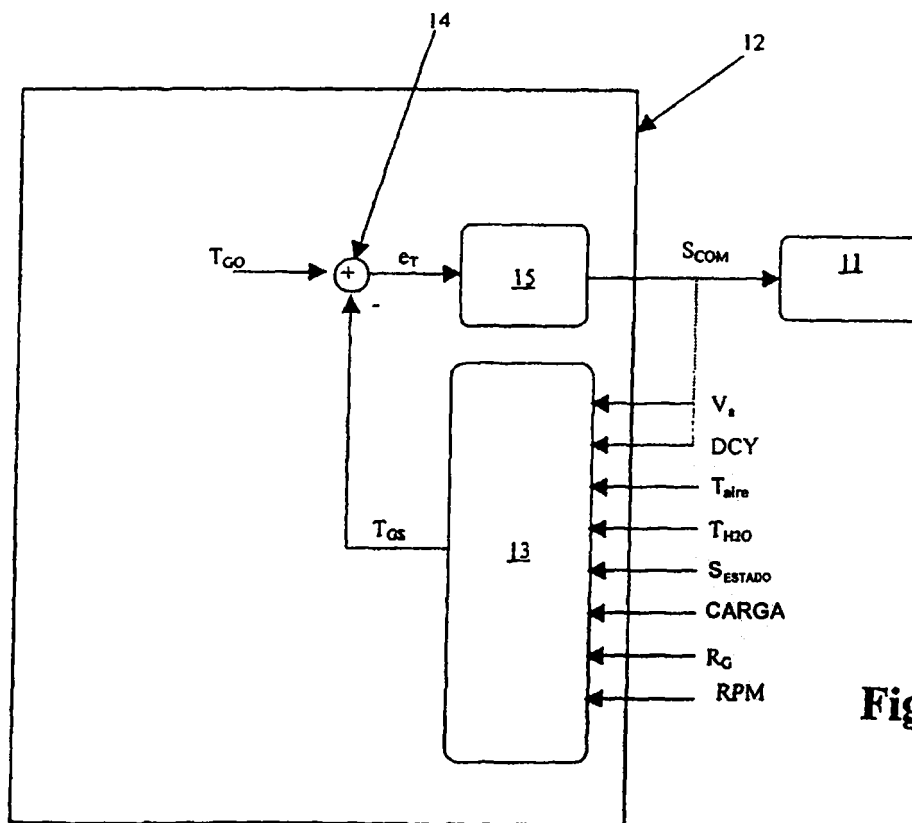


Fig. 2

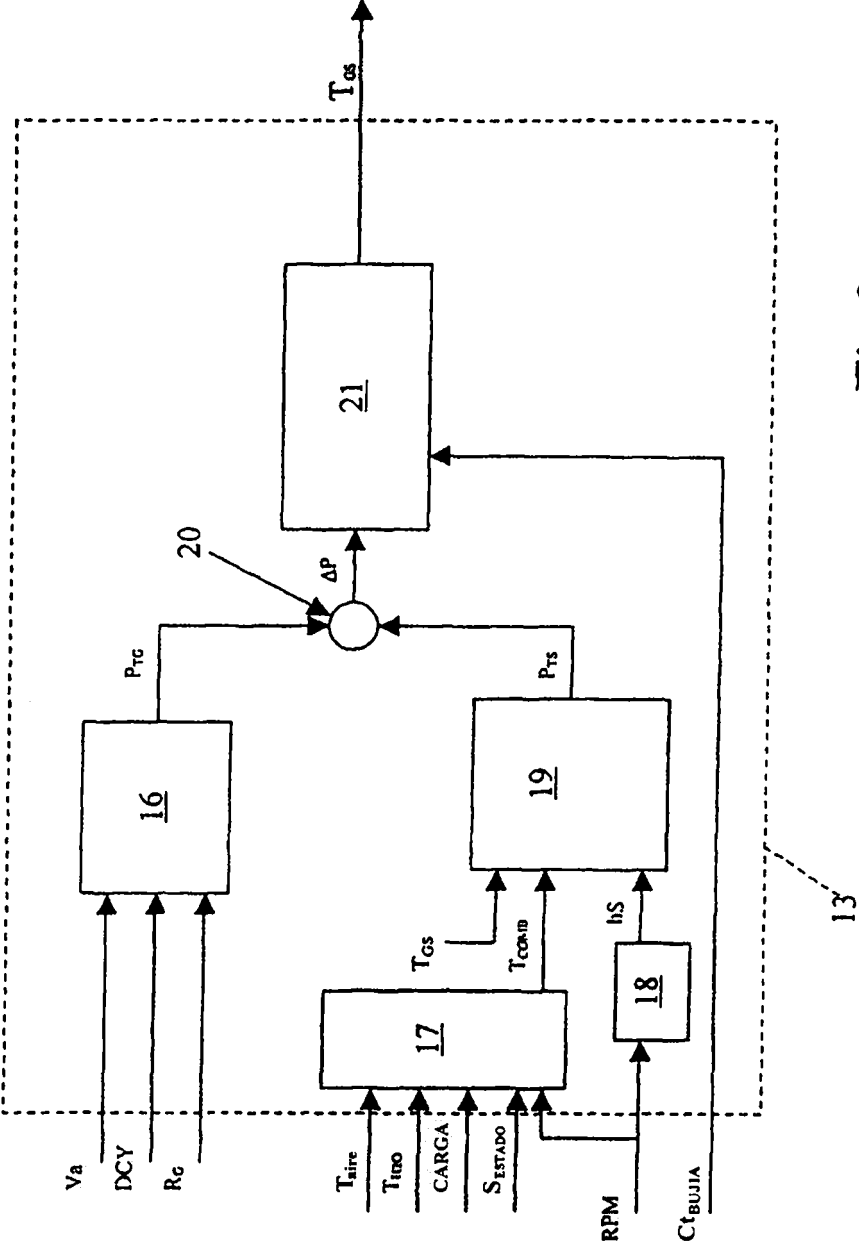


Fig.3