



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 659**

51 Int. Cl.:
F02D 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **97929031 .9**

86 Fecha de presentación : **10.07.1997**

87 Número de publicación de la solicitud: **0910732**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.1999**

54 Título: **Variaciones de calentamiento de un motor.**

30 Prioridad: **10.07.1996 AU PO0952**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **ORBITAL ENGINE COMPANY
(AUSTRALIA) Pty. Ltd.
1 Whipple Street
Balcatta, Western Australia 6021, AU**

72 Inventor/es: **Price, Stuart, Graham;
Melbourne, Keith y
Hurley, Richard, William**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Variaciones de calentamiento de un motor.

5 El presente invento se refiere generalmente a un método para controlar un motor de combustión interna, y en particular está relacionado con el control de un motor de inyección directa durante el período de calentamiento de él.

10 Los motores de combustión interna normalmente muestran una relativamente baja estabilidad de la combustión durante un período de calentamiento, y particularmente después de un arranque en frío del motor mientras está a temperatura muy baja. La estabilidad de la combustión mejora generalmente a medida que el motor se calienta hacia sus temperaturas de funcionamiento normales. En algunos motores que están controlados por un sistema de gestión del motor por el control de una unidad de control electrónica (ECU), un período de calentamiento se define como el funcionamiento inicial del motor hasta que alcanza una temperatura predeterminada de funcionamiento del motor.

15 La estabilidad de la combustión dentro del motor puede indicarse mediante un valor del coeficiente de variación (COV). Este valor del COV proporciona una indicación del grado de variación del par bruto indicado dentro de cada cilindro del motor. El par bruto indicado está relacionado directamente con las presiones máximas dentro de cada cilindro y pueden ser representadas gráficamente por el área debajo de una línea de presión del cilindro. Las variaciones en el par bruto indicado se producen generalmente como un resultado de la combustión inestable dentro de cada cilindro y, por tanto, el valor del COV, son esencialmente una medida de lo estable que funciona el motor. Normalmente, un descenso del valor del COV indicaría una mejora en la estabilidad de la combustión del motor.

20 Es una práctica conocida, sobre todo en los motores de cuatro tiempos, tratar de mejorar la estabilidad de la combustión durante el período de calentamiento haciendo funcionar el motor con una mezcla aire/combustible más rica de lo normal y/o avanzando el reglaje de encendido en este período. Estos parámetros de funcionamiento generalmente han sido controlados manual o automáticamente como una función de la temperatura del líquido refrigerante del motor, de la cantidad de toma de aire acumulada, véase el documento US 5.408.781, durante el período de calentamiento. Sin embargo, los ensayos realizados por el Solicitante en sus motores de inyección directa han mostrado que no existe una correlación directa entre la temperatura del líquido refrigerante y el grado de estabilidad de la combustión para ciertos tipos de motores. Por ejemplo, si un motor en el arranque que tiene una temperatura de, por ejemplo, 20 grados Celsius se compara con el mismo motor que ha sido arrancado previamente teniendo una temperatura menor del líquido refrigerante y que haya estado funcionando durante un período de tiempo tal que la temperatura del líquido refrigerante sea ahora de 20 grados Celsius, el valor del COV de cada situación podría ser muy diferente incluso aunque la temperatura del líquido refrigerante fuera ahora la misma.

35 Los ensayos realizados por el Solicitante en ciertos motores revelan que el valor del COV del motor disminuye normalmente de forma progresiva después del arranque en frío del motor durante un período de calentamiento hasta que alcanza un valor al menos sustancialmente constante. Este valor del COV de estado constante o fijo cuando el motor marcha a temperaturas de funcionamiento normales (es decir, el motor se ha calentado efectivamente y se ha conseguido un nivel satisfactorio de estabilidad de la combustión).

45 Durante el período de calentamiento, aumentan progresivamente tanto la temperatura media del combustible en el cilindro (ACGT) dentro de cada cámara de combustión del motor como la temperatura del líquido refrigerante del motor. La temperatura del líquido refrigerante normalmente aumenta como consecuencia de la transferencia de energía en forma de calor desde las paredes de las cámaras y de los cilindros a los pasos del líquido refrigerante del motor. Se ha visto que en condiciones de funcionamiento estable después de un período de tiempo después del arranque, la diferencia de temperatura entre la ACGT y la temperatura del líquido refrigerante se hace al menos sustancialmente constante. Esto puede ocurrir incluso mientras las temperaturas de combustión y del líquido refrigerante continúan aumentando. El punto en el que esta diferencia de temperatura alcanza primero este valor sustancialmente constante se corresponde con el punto en el que el COV alcanza su valor bajo de estado estable.

50 Por lo tanto, se desea que ciertos parámetros de funcionamiento del motor se modifiquen durante el período de calentamiento de forma que la ACGT aumente para que la diferencia de temperatura entre las temperaturas de combustión y del líquido refrigerante en condiciones de funcionamiento en estado estable alcancen el valor constante referido anteriormente. Esto conduciría normalmente a que el valor del COV sea el mismo valor bajo de estado estable como sería en condiciones de marcha normal, lo que, a su vez, daría lugar a la consecución de una estabilidad de combustión aceptable durante el período de calentamiento. Este valor del COV constante se podría conseguir en algunas condiciones de funcionamiento.

60 Además de los anteriores comentarios, el Solicitante ha advertido que, para una determinada configuración de motor iniciada desde una temperatura dada del líquido refrigerante, mientras el tiempo para conseguir una estabilidad de combustión satisfactoria puede diferir dependiendo de las condiciones de funcionamiento del motor y, más generalmente, de cómo el motor funciona después del arranque, sustancialmente se pone siempre el mismo nivel de energía en el motor para conseguir esta estabilidad de combustión satisfactoria. Esta energía es situada en el motor por la combustión del combustible dentro de cada cámara de combustión del motor durante el período de calentamiento y, por lo tanto, la cantidad de combustible suministrado al motor desde el arranque está correlacionado con la cantidad de energía suministrada al motor desde el arranque. Esto es, para una determinada configuración del motor, el punto en

ES 2 293 659 T3

el que la diferencia de temperatura anteriormente mencionada y el valor del COV alcanzan un valor constante también está correlacionado con una cierta cantidad de combustible que se está suministrando al motor.

Por tanto, se deduce que existe una correlación entre la cantidad de combustible suministrado al motor desde el arranque y el grado de estabilidad de la combustión del motor. Repitiendo, la cantidad total de combustible suministrado al motor desde el arranque (denominado “combustible acumulado”) requerido para alcanzar el valor del COV del estado estable bajo observado es sustancialmente el mismo independientemente de lo que tarde en alcanzar ese punto, siempre que el motor en el arranque tenga la misma temperatura inicial que el líquido refrigerante. Por lo tanto, no es importante alcanzar la estabilidad satisfactoria si el motor funciona a alta velocidad o permanece en vacío hasta que ese punto se alcanza en tanto que se use la misma cantidad total de combustible desde el arranque.

Por lo tanto, es posible establecer el grado de variación o de modificación de los parámetros de funcionamiento individuales del motor durante el período de calentamiento en el combustible acumulado desde el arranque. Esto es, las variaciones pueden fijarse sobre la base de cuánto combustible ha sido suministrado al motor desde el arranque.

Es un objeto del presente invento funcionar con un valor bajo del COV durante un período de calentamiento de un motor, consiguiéndose esto por la provisión de variaciones de los parámetros de funcionamiento basados en la cantidad de combustible suministrado al motor durante el período de calentamiento.

Con este fin, el presente invento proporciona un método de funcionamiento de un motor de combustión interna que tiene al menos un primer modo y un segundo modo de funcionamiento, en el que dicho primer modo es un modo de calentamiento; comprendiendo dicho método los pasos de funcionamiento de dicho motor en dicho primer modo durante un período de tiempo, y de funcionamiento de dicho motor de acuerdo con dicho segundo modo al final de dicho período de dicho primer modo, caracterizado porque el funcionamiento en dicho período de tiempo en dicho primer modo corresponde con el suministro de una cantidad predeterminada de combustible directamente a las cámaras de combustión de dicho motor, y caracterizado además porque al menos un parámetro de funcionamiento, que puede ser variado para controlar el funcionamiento del motor, es controlado durante dicho primer modo como una función del combustible acumulado suministrado a dicho motor, y la transición de dicho primer modo a dicho segundo modo ocurre cuando el coeficiente de variación del par bruto indicado del motor alcanza de forma constante un valor bajo de estado estable.

Como se describe además posteriormente, al menos un parámetro de funcionamiento puede ser seleccionado de los siguientes:

- (i) el reglaje de encendido del motor;
- (ii) el aire suministrado al o a cada cilindro por ciclo del motor;
- (iii) la relación aire/combustible de la mezcla de combustible y aire inyectada en el motor;
- (iv) comienzo de la inyección de aire en un motor equipado con un sistema dual de inyección de fluido;
- (v) colocación de la válvula de escape en el o en cada una de las lumbreras de escape en un motor de dos tiempos; y
- (vi) recirculación de los gases de escape en el motor.

Convenientemente, el control de al menos un parámetro de funcionamiento del motor durante el período de calentamiento puede depender además de otros factores relacionados con el funcionamiento del motor, por ejemplo, la temperatura del motor. Además, en modelos más complejos, se deben tener en cuenta otros factores tales como la pérdida de energía debida, por ejemplo, a la combustión incompleta del combustible o la pérdida de calor.

Convenientemente, el coeficiente de variación del par bruto indicado durante el período de calentamiento se mantiene en un valor relativamente bajo. Más preferiblemente, el coeficiente de variación del par bruto indicado durante el período de calentamiento es mantenido en el mismo valor bajo de estado constante o estable que resultaría del funcionamiento normal del motor posterior al período de calentamiento.

Convenientemente, el control de al menos un parámetro de funcionamiento del motor como una función de la cantidad total de combustible para ser suministrado al motor durante el período de calentamiento depende también de una temperatura del motor en el arranque del motor. Normalmente, la temperatura del motor está dada por la temperatura del líquido refrigerante. Como se discutirá más adelante, la temperatura inicial del líquido refrigerante ayuda a la determinación de en qué medida necesita ser modificado al menos un parámetro de funcionamiento durante el período de calentamiento.

Convenientemente, con respecto al parámetro de funcionamiento que es controlado sobre la base de la acumulación de una cantidad de combustible suministrado al motor, el período de calentamiento del motor es el tiempo empleado para que la cantidad predeterminada de combustible sea suministrada al motor desde el arranque del motor. Por esto, la duración del período de calentamiento depende de las condiciones de funcionamiento del motor, lo que esencialmente

ES 2 293 659 T3

determina el tiempo empleado para que la cantidad predeterminada de combustible sea suministrada al motor. Con relación a esto, es importante advertir que el método de control del presente invento no busca necesariamente reducir el período de calentamiento del motor. Más bien, reconoce que es necesario que una predeterminada cantidad de combustible sea suministrada al motor para realizar el período de calentamiento y utiliza esta cantidad predeterminada de combustible para controlar con precisión al menos un parámetro de funcionamiento del motor para proporcionar estabilidad de combustión satisfactoria durante el período de calentamiento. Además, la cantidad predeterminada de combustible también se usa para determinar cuándo puede cesar de esta forma el control preciso del al menos un parámetro de funcionamiento del motor.

No obstante, en comparación con las anteriores estrategias de calentamiento que dependen de la monitorización de la temperatura del líquido refrigerante para determinar cuándo un motor está caliente y, por tanto, cuándo se pueden eliminar las variaciones en los diversos parámetros de funcionamiento, el método del presente invento puede ciertamente dar lugar a un período de calentamiento más corto. Esto se debe principalmente al hecho de que el período de calentamiento depende de la cantidad de combustible suministrado al motor y de que las variaciones de los parámetros de funcionamiento puedan ser eliminadas más precisamente basándose en el suministro de esta cantidad de combustible al motor. Además, de hecho, puede darse el caso de que el período de calentamiento se reduzca debido a la forma en la que el motor funciona durante el período de calentamiento, incluso a pesar de que se suministre al motor la misma cantidad predeterminada de combustible.

Preferiblemente, al menos un parámetro de funcionamiento del motor está controlado solamente hasta el momento en el que la cantidad predeterminada de combustible ha sido suministrada al motor. Después de esto, al menos un parámetro de funcionamiento del motor es controlado de la forma conocida en las condiciones operativas resultantes del motor, normalmente sobre la base de los gráficos de funcionamiento normal.

Preferiblemente, la cantidad predeterminada de combustible para ser suministrado al motor, que define la duración del período de calentamiento se determina mediante mediciones y ensayos realizados en el motor.

Convenientemente, al menos un parámetro de funcionamiento del motor está controlado como una función del combustible total suministrado al motor desde el arranque del motor cuando la temperatura del motor era inferior a un valor predeterminado. La temperatura del motor está normalmente dada por la temperatura del líquido refrigerante del motor. Alternativamente, la temperatura del motor puede estar basada en la temperatura de parte del motor, tal como el bloque o la culata, o puede estar basada en la temperatura de un componente específico del motor tal como un perno de culata o una válvula de entrada.

Además de lo anterior, el método puede más particularmente incluir:

a) determinar la cantidad total de combustible necesario para ser suministrado al motor para realizar el período de calentamiento,

b) proporcionar un gráfico de calentamiento del al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor,

c) seleccionar un factor de escala de al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor, seleccionándose el factor de escala como una función de la cantidad real de combustible suministrada al motor desde el comienzo del período de calentamiento, y

d) usar el factor de escala para controlar la transición desde el gráfico de calentamiento a un gráfico de marcha normal de al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor.

Como se ha mencionado anteriormente, la cantidad total de combustible necesaria para realizar el calentamiento o el “combustible total acumulado” puede determinarse como una función de la temperatura del motor en el comienzo del período de calentamiento. Efectivamente, la temperatura del motor se usa como una referencia del estado del motor en el comienzo del período de calentamiento. Para esto, la cantidad de combustible necesaria tiene que ser representada con respecto a la temperatura del motor en un gráfico “de consulta” provisto de una unidad de control electrónico (ECU). Como se ha mencionado anteriormente, la temperatura del motor puede normalmente ser dada por la temperatura del líquido refrigerante, aunque alternativamente puede ser dada por la temperatura de, por ejemplo, el bloque, la culata, un perno de culata o un componente del motor.

Preferiblemente, el gráfico de calentamiento puede comprender valores absolutos de al menos un parámetro de funcionamiento. Estos valores son los necesarios para conseguir una combustión estable a una temperatura predeterminada de arranque que es significativamente más baja que la temperatura normal de funcionamiento del motor. Por ejemplo, los valores del gráfico de arranque pueden estar basados en conseguir una combustión estable a -10°C.

Convenientemente, el factor de escala se aplica a la diferencia entre los valores correspondientes del gráfico de calentamiento y el gráfico de funcionamiento normal para cierta velocidad del motor y/o las cargas de al menos un parámetro de funcionamiento. Por lo tanto, la reducción del factor de escala debida al aumento de la cantidad de combustible suministrado al motor desde el arranque controla la transición del gráfico de calentamiento al gráfico de marcha normal de al menos un parámetro de funcionamiento.

El control de al menos un parámetro de funcionamiento del motor para proporcionar estabilidad de combustión satisfactoria durante el período de calentamiento esencialmente da lugar a un aumento de la temperatura ACGT media del gas en el cilindro dentro de la o de cada cámara de combustión del motor y, por lo tanto, un aumento correspondiente de la diferencia de temperatura entre la ACGT y la temperatura del líquido refrigerante del motor. Como se ha mencionado anteriormente, esta diferencia de temperatura está correlacionada con el coeficiente de variación del par bruto indicado del motor y, por lo tanto, consiguiendo una diferencia de temperatura sustancialmente constante, durante el calentamiento se puede obtener un coeficiente de variación sustancialmente constante. Importantly, al menos un parámetro de funcionamiento del motor es controlado de acuerdo con el método del presente invento inmediatamente antes de hacer arrancar el motor. Esto es, la satisfactoria estabilidad de la combustión se consigue normalmente inmediatamente de que el motor ha arrancado.

Los parámetros de funcionamiento del motor controlados de acuerdo con el presente invento pueden incluir el aire suministrado al o a cada cilindro por ciclo del motor (APC), y por tanto la relación aire/combustible, y el reglaje de encendido. Además, con respecto a un motor que comprende un sistema dual de inyección de fluido como el discutido en el documento US 4.934.329, se puede controlar el comienzo de la inyección de aire (SOA) que determina el comienzo del suministro de combustible al motor. Adicionalmente, y particularmente con respecto a un motor de dos tiempos, tal como el que ha sido desarrollado por el Solicitante, también se puede controlar la posición de o de cada válvula de escape con relación a la respectiva lumbrera de escape de un cilindro. No obstante lo anterior, se considera que el control de los otros parámetros de funcionamiento del motor de acuerdo con el método descrito están dentro del alcance del presente invento.

El factor de escala de cada uno de los anteriores parámetros de funcionamiento puede determinarse como una función del combustible total acumulado suministrado al motor. Estas funciones pueden ser representadas con respecto a gráficos de consulta de cada parámetro de funcionamiento. Dependiendo de la temperatura del motor medida en el comienzo del período de calentamiento, puede variar la cantidad total de combustible acumulado necesario para realizar el calentamiento, normalmente disminuyendo con el aumento de la temperatura inicial del motor. Por lo tanto, el punto de arranque de cada gráfico de consulta para la determinación de los factores de escala puede por tanto ser seleccionada sobre la base de la temperatura inicial del motor. Esto es, el punto de arranque que determina el factor de escala inicial que ha de aplicarse a cada parámetro de funcionamiento del motor está basado en la cantidad de combustible necesaria para ser suministrada al motor para realizar el período de calentamiento.

El factor de escala de los parámetros de funcionamiento anteriormente advertidos puede normalmente disminuir desde un valor máximo en el comienzo del período de calentamiento hasta un valor mínimo al final del período de calentamiento. Por lo tanto, al final del período de calentamiento cada parámetro de funcionamiento habrá alcanzado un valor representativo de su ajuste típico durante el funcionamiento normal del motor.

También se puede proporcionar un factor de escala con respecto al control de la recirculación del gas de escape, conocido como "EGR", hacia las cámaras de combustión del motor. Sin embargo, debido a que los sistemas EGR se calientan de forma normal más lentamente que el resto del motor, el control de la EGR puede necesitar basarse en un marco de tiempo mayor que el de los otros parámetros de funcionamiento del motor. Además, el control de la EGR puede ser diferente del de los otros parámetros de funcionamiento en que el grado de la EGR puede siempre empezar en un valor cero al comienzo del período de calentamiento y puede aumentar progresivamente durante y más allá del período de calentamiento del motor hasta un nivel de funcionamiento normal requerido. El período de tiempo para alcanzar este nivel normal puede disminuir con el aumento de la temperatura inicial del motor.

Será conveniente describir además el invento con referencia a los dibujos anejos que ilustran una realización preferida del invento. Otras realizaciones del invento son posibles y consecuentemente y, la particularidad de los dibujos anejos no debe ser entendida como que sustituyen a la generalidad de la descripción precedente del invento.

En los dibujos:

La Figura 1 es un gráfico que muestra la correlación entre la diferencia de temperatura entre la temperatura media del gas del cilindro y la temperatura del líquido refrigerante del motor y el coeficiente de variación del par bruto indicado del motor;

las Figuras 2a a 2d son gráficos que muestran los factores de escala de los diferentes parámetros de funcionamiento del motor como una función del porcentaje del combustible total acumulado suministrado al motor dentro del período de calentamiento; y

la Figura 3 es un diagrama de flujos que muestra una estrategia de calentamiento de acuerdo con el presente invento cuando se usa para controlar el reglaje de encendido.

Con referencia inicialmente a la Figura 1, el gráfico representa un número de variables del motor frente al tiempo para una carga y fijación de velocidad determinadas. La curva A representa el coeficiente de variación (COV) del par bruto indicado del motor que sigue al arranque del motor. Como puede verse, inmediatamente después del arranque del motor, el valor del COV está representando en gran medida una estabilidad de combustión relativamente deficiente dentro del motor. El valor del COV disminuye a medida que el motor se calienta hasta que alcanza un valor de estado constante o estable relativamente bajo. Esto sucede alrededor del punto E en la escala del tiempo hacia adelante.

Las curvas B y C representan respectivamente la temperatura del líquido refrigerante del motor y la temperatura media del gas del cilindro (ACGT) del motor después del arranque del motor. Las dos temperaturas anteriormente observadas aumentan progresivamente después del arranque del motor hasta que alcanzan un valor de estado estable, las cuales normalmente permanecerían sustancialmente constantes en condiciones de funcionamiento normales del motor. La curva D representa la diferencia de temperatura entre la ACGT y la temperatura del líquido refrigerante después del arranque del motor. Se debería advertir que en el punto F de la curva D la diferencia de temperatura alcanza un valor constante, siendo este valor constante posteriormente mantenido incluso cuando la ACGT y la temperatura del líquido refrigerante continúan aumentando. También, el punto F corresponde con el momento E en el que el COV alcanza primero su valor de estado relativamente estable. Este gráfico ilustra así la correlación entre la energía suministrada al motor que da lugar al aumento de la ACGT y de la temperatura del líquido refrigerante, y la estabilidad en la combustión del motor.

El presente invento pretende controlar al menos un parámetro de funcionamiento del motor para aumentar esencialmente la ACGT como está indicado por la curva C' para mantener de forma efectiva una diferencia de temperatura sustancialmente constante entre la ACGT y la temperatura del líquido refrigerante desde el arranque inicial del motor hasta que se alcanza el momento indicado por el punto E. Esto es, se pretende conseguir que se mantenga la diferencia de temperatura indicada por la curva D'. Manteniendo constante esta diferencia de temperatura, el COV durante el período de calentamiento está representado por la curva A'. Por lo tanto, esto es indicativo de un nivel satisfactorio de estabilidad de la combustión durante el período de calentamiento.

Además, se debe advertir que, en una realización, el punto E es esencialmente representativo de que una cantidad predeterminada de combustible ha sido suministrada al motor. Mientras que el punto E puede variar, representando por lo tanto un momento diferente para realizar el calentamiento, seguiría siendo la misma la cantidad predeterminada de combustible que finalmente daría lugar al valor constante del COV cuando no son necesarios ajustes o correcciones en los parámetros de funcionamiento del motor. Esta cantidad de combustible necesario sigue siendo la misma independientemente de las condiciones de funcionamiento del motor (es decir, no limitada a condiciones de estado estable y es aplicable cuando ocurren fenómenos transitorios).

Para conseguir la combustión estable deseada durante el período de calentamiento, se varían los parámetros de funcionamiento desde sus valores absolutos normales por medio de factores de escala. Esto es, como es bien conocido en el control de motores, se proporcionan esencialmente variaciones a los parámetros de funcionamiento del motor, normalmente durante el período de calentamiento. A este respecto, y como se ha mencionado anteriormente, el factor de escala se aplica a la diferencia entre el valor correspondiente en un gráfico de marcha normal de al menos un parámetro de funcionamiento del motor. A medida que aumenta la cantidad de combustible suministrado al motor desde el arranque del motor, la transición desde los valores en el gráfico de calentamiento a los valores correspondientes en el gráfico de funcionamiento normal es controlada por al menos un parámetro de funcionamiento del motor.

Observando por ejemplo en la Figura 2a, el gráfico muestra el factor de escala del reglaje de encendido como una función de la cantidad de combustible suministrado al motor después del arranque del motor durante el período de calentamiento del motor, denominada también "combustible acumulado". El factor de escala está normalmente graduado entre 0 y 1, con el factor de escala alcanzando un máximo en el comienzo del período de calentamiento. En este punto, el método de acuerdo con el presente invento proporciona un avance significativo al reglaje de encendido sobre el reglaje de encendido típicamente usado en condiciones de funcionamiento normales. Durante el período de calentamiento, a medida que aumenta el valor del combustible acumulado, el factor de escala disminuye progresivamente de forma lineal con relación al valor de combustible acumulado. Al final del período de calentamiento el factor de escala alcanza 0, de tal forma que el reglaje de encendido sería ahora el reglaje de encendido usado en condiciones de funcionamiento normales del motor.

Sin embargo, se debe advertir que los factores de escala están normalmente calculados en el supuesto de que se arrancará el motor mientras la temperatura del líquido refrigerante sea superior a un cierto valor, por ejemplo -10°C . En consecuencia, si, por ejemplo, un motor es arrancado mientras tiene una temperatura de, por ejemplo, -20°C , serán mayores de 1 los factores de escala aplicados durante una parte inicial del período de calentamiento. Por ejemplo, los factores de escala iniciales inmediatamente después del arranque pueden ser 1,5 y posteriormente disminuyen como se ha mencionado anteriormente hasta alcanzar 0.

La Figura 2b es un gráfico similar que muestra el factor de escala para controlar el reglaje de encendido del comienzo de la inyección de aire (SOA), o esencialmente, el comienzo de la inyección de combustible a un motor que tiene un sistema dual de inyección de fluido como una función del combustible acumulado desde el arranque. Al contrario que el factor de escala del reglaje de encendido, se ha visto que el factor de escala del reglaje de encendido óptimo para el comienzo de la inyección de aire sigue una función no lineal con relación al combustible acumulado, como se muestra claramente en la Figura 2b.

Las Figuras 2c y 2d muestran respectivamente los factores de escala del aire suministrado por cilindro por ciclo, o "APC", y fijación de la posición de la válvula de escape en un motor de dos tiempos como una función del combustible acumulado desde el arranque. Como se ha mencionado anteriormente, se pueden proporcionar otros factores de escala para otros parámetros de funcionamiento del motor, como por ejemplo, el control de la EGR. A este respecto, se pueden usar una relaciones apropiadas para controlar un parámetro de funcionamiento sobre la base del porcentaje de combustible acumulado desde el arranque.

ES 2 293 659 T3

Con referencia a la Figura 3, se muestra un gráfico de flujos que indica la estrategia del calentamiento, de acuerdo con el presente invento, con respecto al reglaje de encendido del motor. Se puede utilizar un procedimiento similar para los otros parámetros de funcionamiento del motor mencionados anteriormente. En el paso 1, como se muestra en el gráfico de flujos, se inicia el arranque del motor, normalmente girando la llave de encendido. En el paso 2 se determina la temperatura del líquido refrigerante del motor. Esta temperatura del líquido refrigerante se compara con una temperatura determinada del líquido refrigerante para averiguar si se requiere la estrategia de control del calentamiento. Por ejemplo, para temperaturas del líquido refrigerante superiores a, por ejemplo, 80°C, el motor no necesitará pasar por una rutina de calentamiento cuando se aplican variaciones a los diversos parámetros de funcionamiento del motor, y así el motor seguirá siendo controlado de acuerdo con las condiciones de funcionamiento normales.

Siempre que se requiera la rutina de calentamiento, en el paso 3 la cantidad total de combustible necesario para el período de calentamiento del motor (wu_fuel) se determina por referencia a un mapa de consulta 12 que representa el combustible acumulado total frente a la temperatura del líquido refrigerante del motor. Se requiere menos combustible acumulado total para el período de calentamiento si la temperatura del líquido refrigerante es más alta.

En el paso 4, se selecciona un punto de arranque 14 en un gráfico de factor de escala para el reglaje de encendido. El gráfico del factor de escala se proporciona en un segundo gráfico de consulta 13 que representa los factores de escala del reglaje de encendido frente al combustible total acumulado suministrado al motor desde el arranque del motor (acc_fuel). Este gráfico de consulta 13 está de acuerdo con las relaciones entre el factor de escala del encendido y el combustible total acumulado, como se muestra en la Figura 2a. El punto de arranque 14 del gráfico de consulta 13 variará dependiendo de la cantidad de combustible acumulado requerido para realizar el calentamiento (wu_fuel). Cuanto menor sea la cantidad requerida de combustible acumulado, más a la derecha estará el punto de arranque, como se muestra en el gráfico de la Figura 2a. En consecuencia, esto dará lugar a que el factor de escala inicial usado para determinar una variación del reglaje de encendido tenga un valor más bajo.

En el paso 5, una unidad de control electrónico del motor que controla este procedimiento fija en 0 un contador que añade la cantidad del combustible suministrado al motor desde el arranque. El comienzo real del período de calentamiento del motor comienza en este momento. En el paso 6, el factor de escala de encendido se obtiene del mapa de consulta 13. En el paso 7, el avance del encendido real utilizado por el motor en esa etapa del período de calentamiento se determina de acuerdo con la función siguiente:

$$ign_adv = scaling\ factor * (wu_ign - ign_adv) + ign_adv$$

en la que

“ ign_adv ” es el avance real del encendido para ser utilizado por el motor durante el período de calentamiento;

“ $scaling\ factor$ ” es el factor de escala obtenido del gráfico de consulta 13;

“ wu_ign ” es el avance del encendido real obtenido de un gráfico de calentamiento que proporciona valores absolutos del reglaje de encendido calibrado frente a una temperatura predeterminada del líquido refrigerante; y

“ ign_adv ” es el reglaje de encendido obtenido de un gráfico de funcionamiento normal que proporciona valores absolutos del reglaje de encendido usados por el motor en condiciones de funcionamiento normales.

En el paso 8, se producen el caso real de inyección de combustible y el caso de encendido asociado en el avance calculado. En el paso 9, la cantidad real de combustible suministrado al motor (acc_fuel) se compara con las necesidades de combustible acumulado (wu_fuel) obtenidas del gráfico de consulta 12. Si las cantidades de combustible son las mismas, entonces el período de calentamiento se realiza en el paso 10. De otro modo, el combustible inyectado en el paso 8 se añade al valor del combustible acumulado en el paso 11 por el contador del paso 5, y el procedimiento se repite desde el paso 6.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de funcionamiento de un motor de combustión interna que tiene al menos un primer y segundo modos de funcionamiento, en el que dicho primer modo es un modo de calentamiento; comprendiendo dicho método los pasos de funcionamiento de dicho motor en dicho primer modo durante un período de tiempo, y de funcionamiento de dicho motor de acuerdo con dicho segundo modo al final de dicho período de dicho primer modo, **caracterizado** porque dicho período de tiempo funcionando en dicho primer modo corresponde con el suministro de una cantidad predeterminada de combustible directamente a las cámaras de combustión de dicho motor, y **caracterizado** además porque al menos un parámetro de funcionamiento, que puede ser variado para controlar el funcionamiento del motor, es controlado durante dicho primer modo como una función del combustible acumulado suministrado a dicho motor, y la transición de dicho primer modo a dicho segundo modo se produce cuando el coeficiente de variación del par bruto indicado del motor alcanza un valor bajo de estado constantemente estable.
- 15 2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que dicho al menos un parámetro de funcionamiento es seleccionado de los siguientes:
- (i) el reglaje de encendido del motor;
 - 20 (ii) el aire suministrado al o a cada cilindro por ciclo del motor;
 - (iii) la relación aire/combustible de la mezcla de aire y combustible inyectada en el motor;
 - (iv) el comienzo de la inyección de aire en un motor equipado con un sistema dual de inyección de fluido;
 - 25 (v) situación de la válvula de escape en la o en cada lumbrera de escape en un motor de dos tiempos; y
 - (vi) recirculación del gas de escape hacia el motor.
- 30 3. Un método como el reivindicado en las reivindicaciones 1 ó 2, que incluye controlar al menos dicho parámetro de funcionamiento del motor durante dicho primer modo como una función de dichas tasas de aprovisionamiento de combustible.
- 35 4. Un método como el reivindicado en las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicho al menos un parámetro de funcionamiento es controlado de forma que el coeficiente de variación del par bruto indicado del motor durante dicho primer modo se mantenga en un valor sustancialmente igual al coeficiente de variación del par bruto indicado del motor durante el funcionamiento del motor en el segundo modo.
- 40 5. Un método como el reivindicado en las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el control de al menos dicho parámetro de funcionamiento del motor depende además de la temperatura del motor en el arranque del motor.
- 45 6. Un método como el reivindicado en la reivindicación 5, en el que la temperatura inicial del motor determina en parte en qué medida es necesario modificar al menos un parámetro de funcionamiento durante el período de calentamiento.
- 50 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que incluye:
- (a) determinar la cantidad total de combustible necesario para ser suministrado al motor para realizar el período de calentamiento,
 - 55 (b) proporcionar un gráfico de calentamiento de al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor,
 - (c) seleccionar un factor de escala de al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor, siendo seleccionado el factor de escala como una función de la cantidad real de combustible suministrado al motor desde el comienzo del período de calentamiento, y
 - (d) usar el factor de escala para controlar la transmisión desde el gráfico de calentamiento a un mapa de funcionamiento normal de al menos un parámetro de funcionamiento que controla el funcionamiento del motor.
- 60
- 65

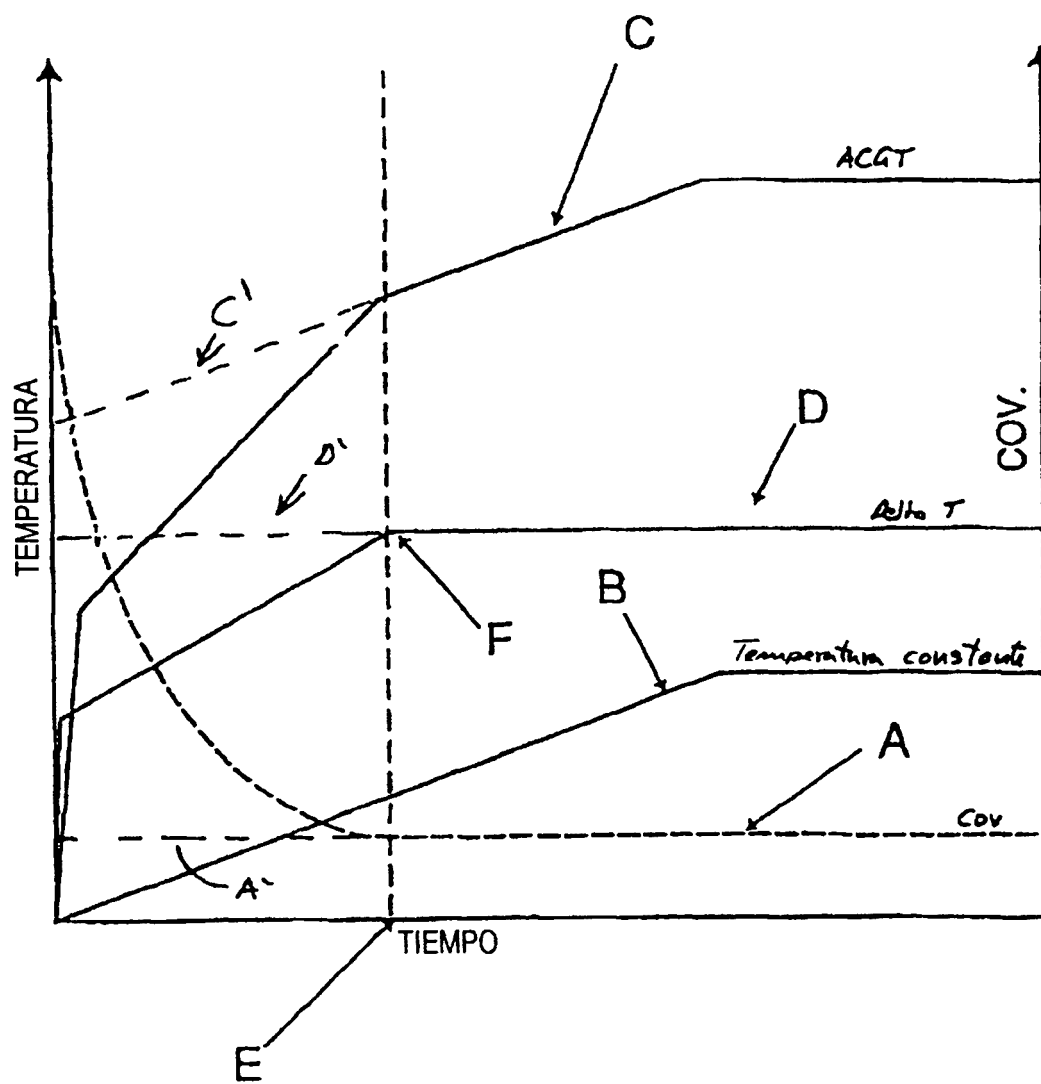


Fig.1

ENCENDIDO

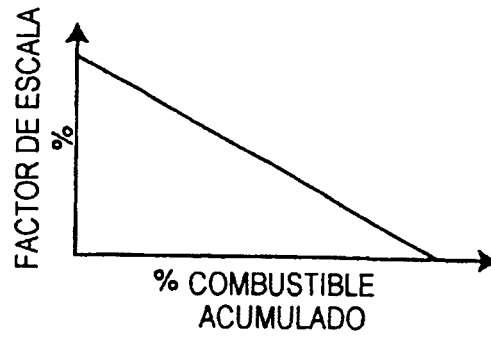


Fig. 2a

COMIENZO DE AIRE

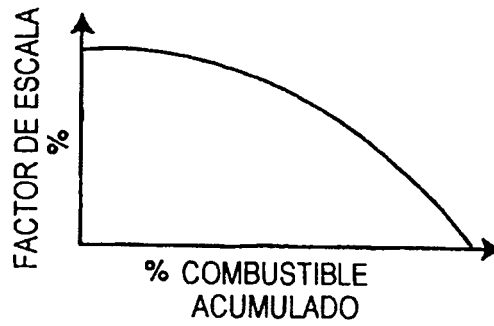


Fig. 2b

APC

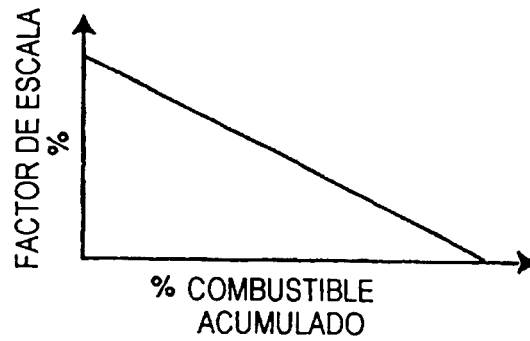


Fig. 2c

VÁLVULA DE ESCAPE

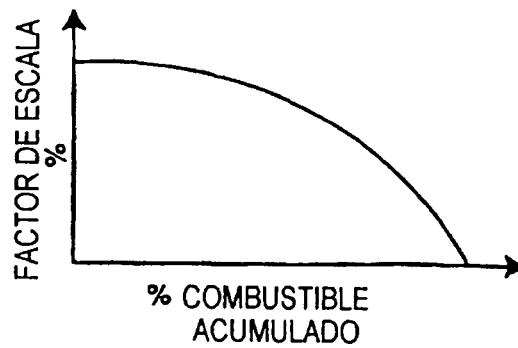


Fig. 2d

Fig . 3

