



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 296 095**

(51) Int. Cl.:

**F01L 9/02** (2006.01)

**F02D 13/02** (2006.01)

**F01L 13/00** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **05112799 .1**

(86) Fecha de presentación : **24.05.2005**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1728979**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **06.12.2006**

(54) Título: **Sistema y procedimiento para controlar la carga y la combustión en un motor de combustión interna mediante el accionamiento de válvula según un ciclo de elevación múltiple (multielevación).**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2008**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2008**

(73) Titular/es:  
**C.R.F. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI**  
**Strada Torino, 50**  
**10043 Orbassano, TO, IT**

(72) Inventor/es: **Lucatello, Marco**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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 procedimiento para controlar la carga y la combustión en un motor de combustión interna mediante el accionamiento de válvula según un ciclo de elevación múltiple (multielevación).

La presente invención se refiere al campo de los motores de combustión interna, del tipo que comprenden:

- por lo menos un cilindro; y
- por lo menos una válvula de entrada y una válvula de escape asociadas a dicho cilindro y accionadas de manera que controlen el flujo de gases a través de los conductos de entrada y escape respectivos,

en el que por lo menos una válvula del motor está regulada por medios de accionamiento variable controlados electrónicamente, concebidos para impartir sobre la válvula diferentes tiempos de apertura y de cierre, y diferentes perfiles de elevación, cuando varían las condiciones de funcionamiento del motor.

En los últimos años ha tenido lugar un incremento en el desarrollo de los estudios y la experimentación en el campo de los motores del tipo especificado anteriormente. El presente solicitante posee numerosas patentes y solicitudes de patente que hacen referencia a un sistema para el accionamiento variable de las válvulas, en el que cada válvula de accionamiento variable está regulada por la leva respectiva mediante un taqué y los medios hidráulicos correspondientes, que incluyen una cámara de fluido que se puede conectar por medio de una válvula solenoide controlada electrónicamente con un canal de escape, con el fin de desacoplar la propia válvula del taqué respectivo, y de provocar el cierre avanzado de la válvula como resultado de los medios de retorno elástico respectivos. Las válvulas solenoide que controlan la comunicación de las cámaras de fluido asociadas a distintas válvulas de accionamiento variable del motor se controlan electrónicamente según distintas estrategias posibles, a medida que varían las condiciones de funcionamiento del motor, con el fin de conseguir ventajas en términos de rendimiento y/o eficiencia de funcionamiento del motor, y/o de reducción del consumo de combustible, y/o de reducción de las emisiones de escape nocivas.

Se describen e ilustran ejemplos de sistemas conocidos en las patentes europeas números EP 1 273 770 B1 y EP 1 321 634 B1 a nombre del presente solicitante.

A pesar de que la presente invención está destinada en particular a un sistema electrohidráulico del tipo ilustrado en dichas patentes anteriores, también se puede aplicar en general a cualquier tipo de sistema de accionamiento variable de las válvulas de un motor, es decir, a cualquier sistema que permita la modificación de los tiempos de apertura y de cierre de la válvula y de la elevación de la válvula cuando varían dichas condiciones de funcionamiento del motor. Por ejemplo, en los últimos años se han propuesto también sistemas de un tipo electromecánico para el accionamiento variable de las válvulas, en el que cada una de las válvulas es regulada por una leva del árbol de levas del motor, por medio de una transmisión mecánica variable controlada electrónicamente, o también por medio de sistemas de accionamiento de válvula electrohidráulicos o electromagnéticos sin levas (sistemas "sin levas"). Tal como se ha indicado, los principios de la presente invención también se pueden aplicar a sistemas de estos tipos o a cualquier otro sistema para el accionamiento variable de las válvulas, que pueda llevar a cabo los movimientos de la válvula descritos en la presente invención.

A partir del documento US-A-6.360.531 se conoce un dispositivo tal como se establece en el preámbulo de la reivindicación 1. En los documentos US-A-5.839.453, US-A-5.746.175, US-A1-2002/0066428 y US-A-6.237.551 también se dan a conocer dispositivos similares.

El objetivo de la presente invención es utilizar el sistema para el accionamiento variable y flexible de las válvulas con la intención de controlar los procesos de intercambio de gases y de combustión del motor de un modo óptimo, en unas condiciones de funcionamiento determinadas.

La idea inventiva subyacente que permite que se alcance dicho objetivo se encuentra en las características de las reivindicaciones 1 y 8.

La base teórica de dicha invención recae en que el control de la carga de un motor mediante el cierre avanzado de las válvulas de entrada resulta muy efectivo en términos de reducción del trabajo de bombeo gracias a la baja velocidad del pistón durante el periodo de apertura de las válvulas y las bajas pérdidas de dinámica de fluido consecuentes en las válvulas. Desafortunadamente, dicho modo de control reduce de forma significativa la eficiencia del ciclo termodinámico, así como la calidad del proceso de mezclado. El modo alternativo de control por medio de una apertura tardía de las válvulas, cuando la velocidad del pistón es mayor, provoca un incremento de la turbulencia en la cámara y facilita el proceso de mezclado gracias a la elevada velocidad de los gases en la entrada y tiene como resultado un incremento de la eficiencia de combustión a expensas de un incremento en el trabajo de bombeo. Ambos modos descritos anteriormente se pueden combinar de una forma híbrida, lo que permite una apertura tardía y un cierre avanzado para obtener simultáneamente un control del cierre de la válvula y de la carga. La combinación de las tres modalidades individuales de accionamiento descritas anteriormente en un único ciclo multielevación, que forma el objeto de la presente invención, permite un equilibrio óptimo de las ventajas y desventajas mencionadas anteriormente, permitiendo el control de la cantidad de carga con la primera etapa del evento y las características fluidodinámicas correspondientes en sus etapas siguientes. La posibilidad de realizar dichos accionamientos de las válvulas una plu-

alidad de veces durante la etapa de entrada y simétricamente o asimétricamente con las válvulas del mismo cilindro proporciona una amplia gama de regulaciones, que se pueden mejorar para cada punto del funcionamiento del motor según los objetivos específicos, como por ejemplo, la reducción del consumo de combustible, reducción de emisiones de escape nocivas, arranque en frío del motor, estabilidad de combustión, etc.

Además, y en el mismo contexto, también se considera la reapertura de las válvulas de entrada y/o de escape durante las etapas no convencionales (es decir, reapertura de la válvula o válvulas de entrada durante la etapa de escape y reapertura de la válvula o válvulas de escape en la etapa de entrada) para permitir que queden atrapados los gases quemados en la cámara (recirculación interna de gases de escape- EGR) con el fin de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno y/o de incrementar la razón de compresión efectiva del motor.

Los estudios y experimentos realizados por el presente solicitante han hecho posible asegurar que mediante dicho criterio de funcionamiento se pueden conseguir unas ventajas considerables, con el fin de obtener un funcionamiento óptimo del motor y en particular, para influir sobre el fenómeno específico, como el bombeo, la turbulencia en la cámara de combustión, y en general los movimientos en la cámara de combustión, con ventajas directas sobre el control de la eficiencia y de la calidad de los procesos de combustión de acuerdo con las condiciones de funcionamiento y los objetivos deseados.

En el caso en el que cada uno de los cilindros del motor esté equipado con una pluralidad de válvulas de entrada y/o de escape, cada una de dichas válvulas se puede controlar del modo indicado, según ciclos de funcionamiento idénticos o diferenciados con respecto a la otra válvula o válvulas del mismo cilindro, permitiendo así un amplio rango de posibilidades para controlar el motor que se va a obtener.

Tal como ya se ha mencionado anteriormente, el sistema electrohidráulico de accionamiento variable de las válvulas que se describe en las patentes europeas nº EP 0 803 642 B1, EP 1 273 770 B1 y EP 1 321 634 B1, presentadas en nombre del presente solicitante, en general resulta adecuado para la aplicación del procedimiento que forma el objeto de la presente invención, que consiste en el accionamiento de las válvulas de entrada y/o escape del motor, de acuerdo con un ciclo con elevaciones múltiples, durante las etapas que convencionalmente pertenecen al mismo (es decir, válvulas de entrada durante la etapa de entrada y válvulas de escape durante la etapa de escape), activando y desactivando la válvula solenoide de control una pluralidad de veces durante el empuje de la leva correspondiente. El accionamiento de las válvulas durante las etapas convencionalmente no pertenece al mismo se puede conseguir con la ayuda de una forma particular en leva principal con una etapa adecuada, tal como se describe en particular en el documento EP 1 273 770 B1.

La novedad de la presente invención consiste en el uso de los accionamientos mencionados anteriormente de forma simultánea en la misma válvula, no sólo para controlar la cantidad de aire y de gases quemados atrapados en la cámara de combustión, sino también para controlar las características fluidodinámicas de la carga en términos de turbulencia y movimientos convectivos con el fin de controlar la eficiencia de los procesos de mezclado y de combustión.

A continuación se describirá la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que se proporcionan meramente a título de ejemplo no limitativo, y en los que:

- la Figura 1 es una vista en sección transversal de un motor de combustión interna según la técnica conocida, del tipo descrito, por ejemplo, en la patente europea nº EP 0 803 642 B1 presentada en nombre del presente solicitante, que se ilustra en el presente documento para proporcionar un ejemplo del sistema de accionamiento variable de las válvulas al que se puede aplicar la invención, sin excluir la posibilidad de que el sistema de accionamiento de válvula con el que está provisto el motor sea también de cualquier tipo diferente, por ejemplo, un sistema del tipo sin leva o del tipo electromecánico; y

- las Figuras 2 a 8 son unos diagramas que ilustran distintos procedimientos para controlar las válvulas de entrada de un motor con dos válvulas de entrada para cada cilindro, de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

En la descripción siguiente, se hará referencia a un motor de combustión interna con accionamiento variable electrohidráulico de las válvulas según la técnica conocida del tipo descrito, por ejemplo, en la patente europea nº EP 0 803 642 B1, presentada en nombre del presente solicitante, a la que es aplicable la presente invención. Tal como ya se ha indicado, dicho ejemplo se utiliza para facilitar la descripción de los modos de accionamiento de válvula, pero de ningún modo excluye el uso de dichos modos de accionamiento de válvula efectuados con un sistema de accionamiento de un tipo diferente.

La Figura 1 muestra el motor de combustión interna descrito en la solicitud de patente europea precedente nº EP-A-0 803 642, presentada en nombre del presente solicitante, que es un motor multicilíndrico, por ejemplo un motor con cuatro cilindros dispuestos en línea, que comprende una culata de cilindro 1. Dicha culata de cilindro 1 comprende, para cada cilindro, una cavidad 2 formada en la superficie base 3 de la culata de cilindro 1, definiendo la cámara de combustión, en cuyo interior tienen salida dos conductos de entrada 4, 5 y dos conductos de escape 6, estando dichos conductos controlados por dos válvulas de entrada 7 y dos válvulas de escape 70. Una vez más en el caso del ejemplo ilustrado, las válvulas de entrada 7 están reguladas por las levas 14 de un árbol de levas 11 por medio de un sistema hidráulico. Dicho sistema hidráulico de accionamiento de cada una de las levas incluye una cámara hidráulica que se controla por una válvula solenoide 24 normalmente abierta regulada por una unidad de control electrónico

## ES 2 296 095 T3

programable 25. Cuando se activa la válvula solenoide 24 (cerrada), la válvula del motor sigue el movimiento de la leva (elevación completa). Se puede conseguir un cierre avanzado de la válvula desactivando (abriendo) la válvula solenoide 24, de manera que se vacíe la cámara hidráulica y se obtenga el cierre de la válvula del motor bajo la acción del resorte de retorno respectivo. Del mismo modo, se puede conseguir una apertura tardía de la válvula retrasando la activación de la válvula solenoide, mientras que se puede conseguir la combinación de una apertura tardía con un cierre avanzado de la válvula con la activación y la desactivación de la válvula solenoide durante el empuje de la leva correspondiente.

El diagrama de la Figura 2 designa mediante la referencia N la elevación convencional de una válvula de entrada del motor en el transcurso del giro del eje del motor durante cada ciclo de funcionamiento del motor. Dicho diagrama únicamente se debe a la geometría de la leva que controla la válvula.

El ejemplo ilustrado en la figura 2 se refiere al caso en el que, de las dos válvulas de entrada de cada cilindro del motor (con las referencias A y B en los diagramas de las Figuras 2 a 8), una se regula según el ciclo  $N_A$  determinado por la leva respectiva de modo que la válvula solenoide de control respectiva se active continuamente, mientras que la otra se controla activando repetidamente la válvula solenoide de control respectiva con el fin de impartir a la válvula de entrada tres ciclos sucesivos  $EC_B$ ,  $HY_B$  y  $LO_B$  que abran y cierren la válvula, sobre el ciclo convencional de apertura y cierre que se impartiría en la válvula por medio de la geometría de la leva.

Tal como se puede apreciar, en el caso de la Figura 2, el primer ciclo de apertura  $EC_B$  inicialmente coincide con el ciclo de apertura convencional determinado por la leva. Esto se consigue gracias a que la válvula solenoide de control inicialmente permanece activa (es decir, cerrada). La desactivación de la válvula solenoide se consigue en una posición correspondiente a un ángulo del motor cercano a  $380^\circ$ , es decir, un poco después del punto muerto superior del recorrido de entrada. Esto provoca el vaciado de la cámara hidráulica y, consecuentemente, el cierre de la válvula del motor como resultado del retorno de sus medios elásticos, completándose dicho cierre, tal como se puede apreciar, en un ángulo cercano a  $410^\circ$ . Así, el ciclo individual “ $EC_B$ ” es un ciclo de cierre avanzado de la válvula con respecto al ciclo convencional  $N_A$  y puede garantizar el llenado del cilindro con la carga necesaria para llevar a cabo el trabajo requerido (carga de motor).

Sin embargo, al final del primer ciclo de apertura y cierre  $EC_B$ , la misma válvula de entrada se vuelve a abrir y cerrar, de acuerdo con un ciclo  $HY_B$ , que es un ciclo “híbrido” de una apertura tardía y un cierre avanzado de la válvula con respecto al ciclo convencional  $N_A$ . En la práctica, en una posición correspondiente a un ángulo cercano a  $410^\circ$  la válvula solenoide que controla el funcionamiento de la válvula de entrada vuelve a cerrarse, de manera que se restablece la conexión hidráulica entre la válvula y la leva. De este modo, la válvula de entrada del motor se controlará, empezando desde dicho ángulo del motor, de acuerdo con una ley que se corresponde con el perfil geométrico de la leva de control. Según esta aplicación en particular de la invención, se permite que la válvula de entrada se abra, siguiendo el perfil de la leva de control, hasta un ángulo cercano a  $440^\circ$ , en una posición en la que se provoca el cierre avanzado de la válvula gracias a la nueva reapertura de la válvula solenoide de control. Esto consigue el cierre avanzado de la válvula del motor, como resultado de los medios de retorno elásticos correspondientes, debido al vaciado de la cámara hidráulica respectiva. Dicho accionamiento de la válvula del motor garantiza la entrada de un chorro de gas a una velocidad elevada en el cilindro, impartiendo un movimiento específico de la carga que es capaz de incrementar la turbulencia en la cámara y, al mismo tiempo, puede favorecer el mezclado de la carga.

Una vez que se ha vuelto a conseguir el cierre de la válvula, en un ángulo ligeramente mayor de  $450^\circ$ , la válvula solenoide de control se mantiene abierta, de manera que deje la válvula de entrada inactiva hasta un ángulo cercano a  $465^\circ$ , en una posición en la que la válvula solenoide vuelve a cerrarse, restableciendo la presión en la cámara hidráulica y así, provocando otra vez la elevación de la válvula con una ley correspondiente a la determinada por la leva en el arco de ángulo considerado. Esto significa que en dicha gama angular de giro del eje del motor, el perfil  $LO_B$  corresponde a la parte del perfil  $N_A$  comprendida en la misma gama. Tal como se puede apreciar, el ciclo  $LO_B$  es un ciclo de apertura tardía de la válvula de entrada del motor y se utiliza preferentemente para favorecer la turbulencia y el posterior mezclado de la carga.

Obviamente, el diagrama de la Figura 2 se muestra únicamente a título de ejemplo. Cada válvula de entrada de cada cilindro del motor se puede controlar del mismo modo o de modo diferente con respecto a la otra válvula de entrada, con o sin un ciclo de multielevación, y de acuerdo con diferentes modalidades posibles.

Por ejemplo, la Figura 3 hace referencia al caso en el que ambas válvulas de entrada del motor se controlan simétricamente según un ciclo de multielevación que comprende un primer ciclo de cierre avanzado EC y sólo un segundo ciclo de apertura tardía LO.

La Figura 4 ilustra el caso en el que ambas válvulas de entrada de cada cilindro del motor se controlan inicialmente según dos ciclos diferentes de cierre avanzado  $EC_A$  y  $EC_B$ , y a continuación ambas se controlan según uno y el mismo ciclo de apertura tardía  $LO_A$  ( $=LO_B$ ).

La Figura 5 se refiere al caso en el que sólo una de las dos válvulas se controla alternativamente, en cada ciclo sucesivo de funcionamiento, según un ciclo de multielevación que comprende un primer ciclo EC y un ciclo posterior LO.

La Figura 6 muestra el caso en el que una de las dos válvulas de entrada se regula según un ciclo de multielevación, con un primer subciclo  $EC_A$  y un segundo subciclo  $LO_A$ , mientras que la otra válvula de entrada se regula según un único ciclo  $LO_B$ .

5 La Figura 7 ilustra otro ejemplo para controlar el motor, en el que una primera válvula de entrada se regula según un ciclo de multielevación que incluye dos subciclos sucesivos  $EC_A$  y  $LO_A$ , mientras que la otra válvula de entrada se regula según un único ciclo de cierre avanzado  $EC_B$ .

10 La Figura 8 ilustra otro ejemplo en el que una primera válvula se regula según un ciclo de multielevación  $EC_A-LO_A$ , mientras que la otra válvula de entrada se regula según un único ciclo híbrido  $HY_B$ .

Obviamente, en el momento en el que una válvula se regula según un ciclo de multielevación, dicho ciclo puede presentar cualquier número de subciclos sucesivos de movimientos de apertura y de cierre de la válvula de acuerdo con un sistema de accionamiento específico. Además, dichos subciclos pueden ser todos del tipo híbrido, o incluso el primero de ellos puede ser del tipo con apertura correspondiente a la geometría de la leva y de cierre avanzado, o también el último de ellos puede ser del tipo con "apertura tardía" y cierre correspondiente a la geometría de la leva, o también el ciclo multielevación puede presentar el primero de sus subciclos del tipo con apertura tradicional y cierre avanzado y el último subciclo del tipo con apertura tardía y cierre tradicional. Este último modo de accionamiento es muy eficiente en términos de razón entre el gasto de energía y los efectos positivos sobre la combustión.

20 En un motor multiválvulas, el modo de funcionamiento según la invención se puede adoptar simétricamente por el cilindro individual en todas las válvulas de entrada, que consecuentemente se abren todas siguiendo la misma ley de elevación de válvula o incluso simétricamente, en el que cada válvula de entrada de un cilindro se acciona según una ley específica. Los accionamientos de un tipo simétrico y de un tipo asimétrico confieren al aire atrapado en el cilindro distintas características de movimiento, que llevan a la modulación deseada de la gama de turbulencia y del proceso de mezclado según el punto de funcionamiento del motor. Se deberá observar que, en el caso en el que el objetivo sea accionar ambas válvulas una vez más simétricamente, y haciendo referencia al tipo de accionador descrito en la Figura 1, se puede considerar la adopción de un sistema de accionamiento que comprenda sólo una leva 14, un elemento de bombeo 16, y un taqué 21, que actúe sobre ambas válvulas del mismo cilindro mediante una unión mecánica o, alternativamente, sólo una leva 14 y un elemento de bombeo 16 que se comuniquen hidráulicamente con dos taqués 21 que actúan simultáneamente sobre ambas válvulas.

30 En general, cada una de las válvulas se puede accionar según el modo de multielevación que forma el objeto de la presente invención, o según un ciclo único de apertura tardía, o incluso según un ciclo único de cierre avanzado, o según un ciclo híbrido único. Como consecuencia, en general se puede accionar la válvula según cuatro modos diferentes (apertura tardía, cierre avanzado, ciclo híbrido, ciclo multielevación). En el caso de dos válvulas con control asimétrico, la posibilidad de seleccionar cuatro modalidades diferentes de accionamiento para cada una de las válvulas lleva a 18 tipos diferentes de gestión que se pueden aplicar, lo cual resulta extremadamente útil para encontrar, en cada condición de funcionamiento del motor, el ciclo ideal del accionamiento de válvula para obtener efectos ventajosos desde el punto de vista del bombeo, intercambio de gases, modulación de turbulencias en la cámara de combustión, y, en general de los movimientos convectivos, para mezclar el combustible con el soporte de combustión en la cámara de combustión.

45 Se deberá añadir a los casos mencionados anteriormente la posibilidad de una apertura de las válvulas de entrada y/o de salida durante las etapas de escape y/o entrada, respectivamente, para permitir que se atrapen los gases quemados en la cámara. Resulta obvio que dicho modo de controlar las válvulas se ve especialmente favorecido por la idea de accionamientos múltiples durante la etapa de entrada, dado que el control del nivel de turbulencia en la cámara es indispensable para controlar la estabilidad de la combustión en presencia de porcentajes elevados de gases inertes en la cámara.

50 Obviamente, en el caso de las culatas de cilindro con tres válvulas de entrada o más para cada cilindro, se incrementan las combinaciones posibles.

55 Tal como ya se ha descrito anteriormente, la invención tiene por objetivo en particular proteger la aplicación de las ideas mencionadas anteriormente con respecto al accionamiento múltiple de las válvulas en un sistema de accionamiento variable del tipo electrohidráulico que ya ha formado el objeto de las patentes precedentes presentadas en nombre del presente solicitante. Sin embargo, se pueden aplicar los mismos conceptos a cualquier motor de combustión interna equipado con cualquier sistema para el accionamiento variable y flexible de las válvulas que permita la aplicación del tipo de accionamiento de válvula descrito.

60 Las series de ciclos posteriores de movimiento de apertura y de cierre de la válvula también pueden comprender uno o más ciclos que no lleven a un cierre completo de la válvula. Dicho de otro modo, teóricamente no se puede excluir que, por ejemplo haciendo referencia a la Figura 2, el segundo "subciclo" ( $HY_1$ ) se cruce con el primer subciclo  $EC$ , de manera que la válvula inicia su reapertura antes de que se haya cerrado en su totalidad.

65 Obviamente, el criterio por el que cada una de las válvulas de entrada del motor se controla a medida que varían las condiciones de funcionamiento del motor se puede predeterminedir de acuerdo con los requisitos específicos. Por ejemplo, se puede prever que una válvula de entrada del motor se accione según un único ciclo de cierre avanzado  $EC$

## ES 2 296 095 T3

cuando el motor esté sin carga, y que se incremente el tiempo de apertura de la válvula progresivamente a medida que se incrementan las r.p.m. y la carga del motor, para pasar entonces al ciclo convencional N en las condiciones extremas de demanda en el motor para un mayor rendimiento. Contrariamente, en otras condiciones de funcionamiento específicas, la misma válvula del motor se acciona según un ciclo de apertura tardía único, o según un ciclo único híbrido, o según el modo de multielevación que forma el objeto de la presente invención, con el fin de cumplir con los requisitos específicos, unido tanto al tipo de motor (por ejemplo, motores de ignición controlada o motores diesel) como a los parámetros medioambientales específicos y los parámetros de funcionamiento de interés.

Teóricamente, el motor según la invención puede no disponer de válvula de mariposa en la conducción de alimentación, dado que la función de la válvula de mariposa se puede realizar por las válvulas de entrada del motor, gracias al sistema de control electrónico para el accionamiento de válvulas variable que, tal como ya se ha mencionado, es capaz de regular la cantidad de la carga introducida y, como consecuencia, la carga del motor.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para controlar la carga y la combustión en un motor de combustión interna, que comprende:

- por lo menos un cilindro y por lo menos una válvula de entrada (7) y una válvula de escape para controlar el flujo de gases a través de los conductos de entrada y escape respectivos,

- en el que por lo menos una válvula (7) está regulada por unos medios de accionamiento variable controlados electrónicamente, concebidos para impartir en la válvula (7) diferentes tiempos de apertura y cierre, y diferentes elevaciones, a medida que varían las condiciones de funcionamiento del motor,

- en el que dichos medios de accionamiento variable controlados electrónicamente están controlados por unos medios de control electrónico (25) programados para regular una válvula determinada, en condiciones de funcionamiento del motor predeterminadas, de tal manera que se le imparten una pluralidad de ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre dentro de lo que sería el ciclo único convencional de apertura y cierre,

**caracterizado** porque dichos medios de control electrónico (25) están programados para controlar la válvula de entrada a medida que varían las condiciones de funcionamiento del motor, tanto según el modo de multielevación mencionado anteriormente en ciclos sucesivos de apertura y cierre, como, en diferentes condiciones de funcionamiento del motor, según por lo menos uno de entre los diferentes modos, que comprenden: un modo que prevé un único ciclo de cierre avanzado (EC), un modo que prevé un único ciclo de apertura tardía (LO) y un modo que prevé un único ciclo híbrido (HY) de apertura tardía y cierre avanzado.

2. Motor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprenden por lo menos un primer ciclo (EC), en el que la válvula se abre de acuerdo con el modo convencional y se cierra anticipadamente.

3. Motor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprenden por lo menos un último ciclo, en el que la apertura de la válvula se pospone con respecto al ciclo convencional, y en el que dicha válvula se cierra según el ciclo convencional.

4. Motor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha serie de ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprende por lo menos un ciclo híbrido (HY) de apertura tardía y cierre avanzado de la válvula.

5. Motor según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dicho ciclo híbrido es el primero de dicha serie de ciclos sucesivos.

6. Motor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende una pluralidad de válvulas de entrada asociadas al cilindro, **caracterizado** porque dichos medios de control electrónico están programados para impartir dichos ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula únicamente en una de las válvulas.

7. Motor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende una pluralidad de válvulas de entrada asociadas al cilindro y porque los medios de control electrónico están programados para transmitir dichos ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre a dos o más válvulas de cada uno de los cilindros, de una forma idéntica para las distintas válvulas del único y del mismo cilindro, o de una manera diferenciada, o incluso de una forma alterna, invirtiendo los ciclos impartidos en las distintas válvulas del único y del mismo cilindro en cada ciclo sucesivo de funcionamiento del motor.

8. Procedimiento para controlar un motor de combustión interna del tipo que comprende por lo menos un cilindro y por lo menos una válvula de entrada (7) y una válvula de escape asociada al cilindro para controlar los conductos de entrada y escape respectivos, y en el que por lo menos una válvula está regulada por unos medios de accionamiento variable controlados electrónicamente concebidos para transmitir a la válvula (7) tiempos de apertura y cierre diferentes, y diferentes elevaciones, a medida que varían las condiciones de funcionamiento del motor,

en el que dichos medios de accionamiento variable están controlados de tal manera que, en condiciones de funcionamiento del motor predeterminadas, se imparta a una válvula (7) determinada una serie de ciclos sucesivos de apertura y cierre dentro de lo que sería el único ciclo teórico convencional de apertura y cierre de la válvula (7),

**caracterizado** porque la válvula de entrada se controla a medida que las condiciones de funcionamiento del motor varían, tanto según el modo de multielevación mencionado anteriormente en ciclos sucesivos de apertura y cierre, como, en diferentes condiciones de funcionamiento del motor, según por lo menos uno de entre los diferentes modos, que comprenden: un modo que prevé un único ciclo de cierre avanzado (EC), un modo que prevé un único ciclo de apertura tardía (LO) y un modo que prevé un único ciclo híbrido (HY) de apertura tardía y cierre avanzado.

## ES 2 296 095 T3

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicha serie de ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprende por lo menos un primer ciclo (EC) en el que la válvula se abre según el modo convencional y se cierra de manera anticipada.

5 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicha serie de ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprende por lo menos un último ciclo (LO) en el que la apertura de la válvula se pospone con respecto al ciclo convencional.

10 11. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicha serie de ciclos sucesivos de movimientos de apertura y cierre de la válvula comprende por lo menos un ciclo híbrido (HY) en el que la apertura de la válvula se pospone y la válvula se cierra anticipadamente con respecto al ciclo convencional.

15 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque dicho ciclo híbrido (HY) es el primero de dicha serie de ciclos sucesivos.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque las válvulas de uno y el mismo cilindro se controlan de una forma idéntica unas con respecto a las otras.

20 14. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque las válvulas de cada cilindro se controlan de una forma diferenciada unas con respecto a las otras.

25 15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque las válvulas de cada cilindro se controlan de una forma alternativa, invirtiendo los modos de funcionamiento respectivos en cada ciclo sucesivo de funcionamiento del motor.

30

35

40

45

50

55

60

65



FIG.1

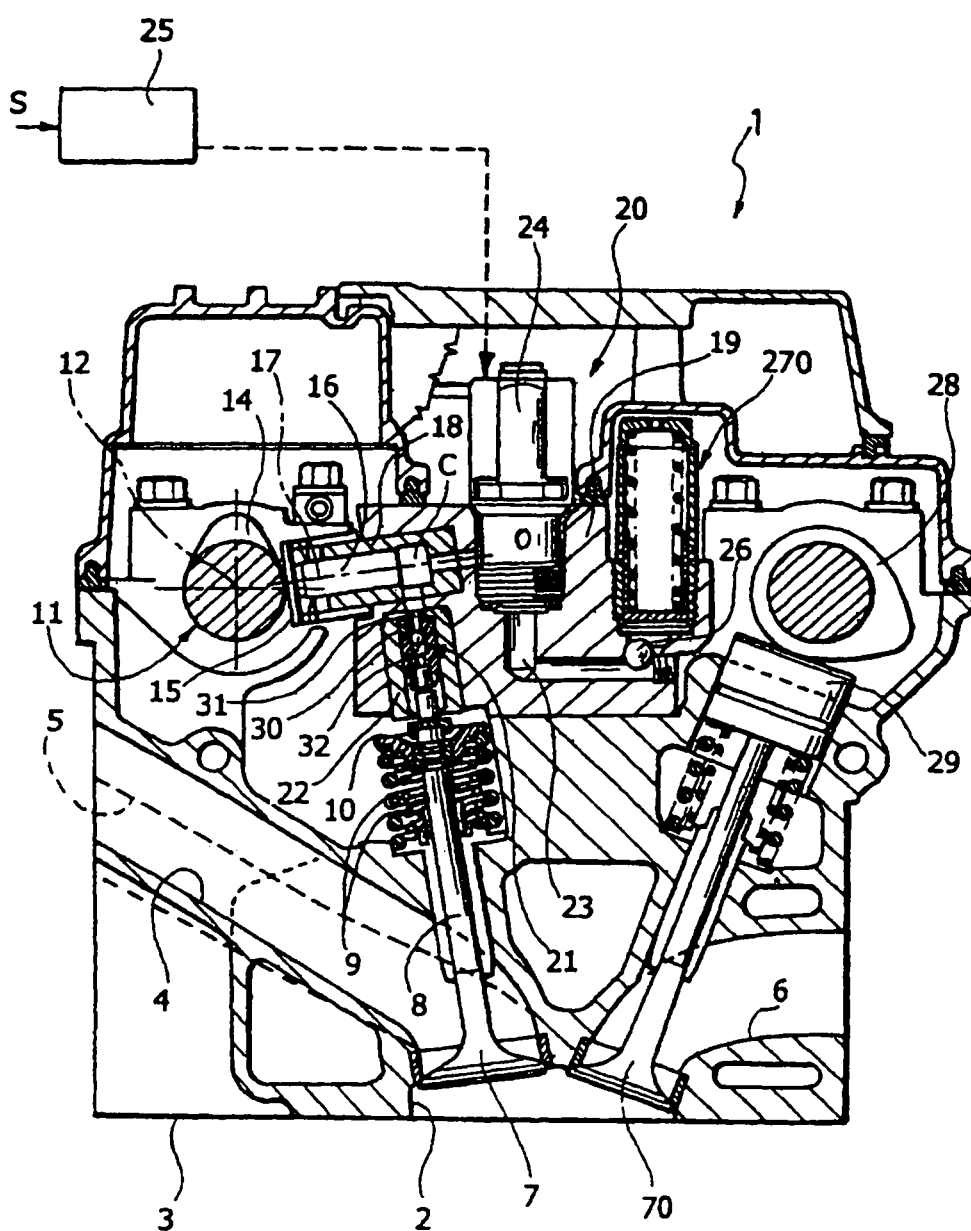


FIG. 2

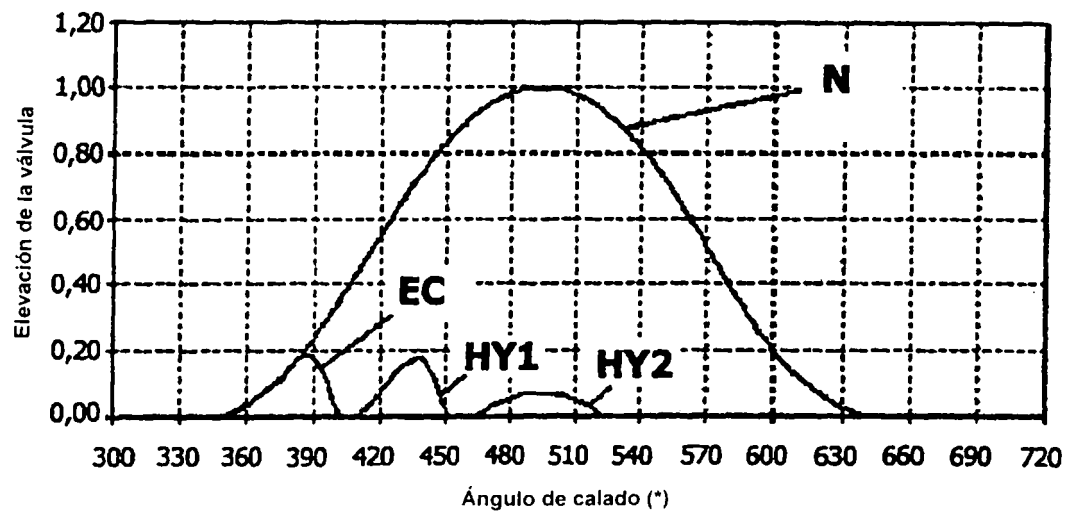


FIG. 3

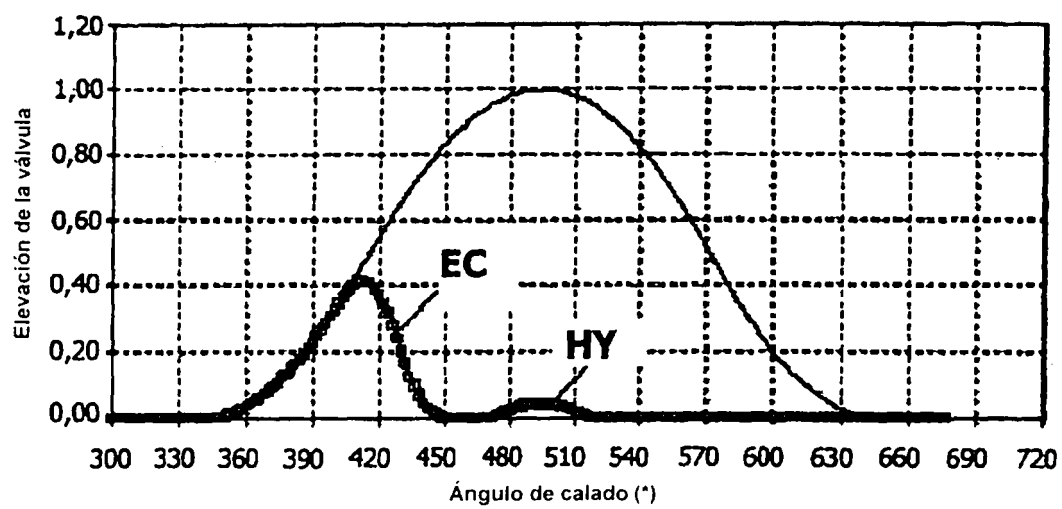


FIG. 4

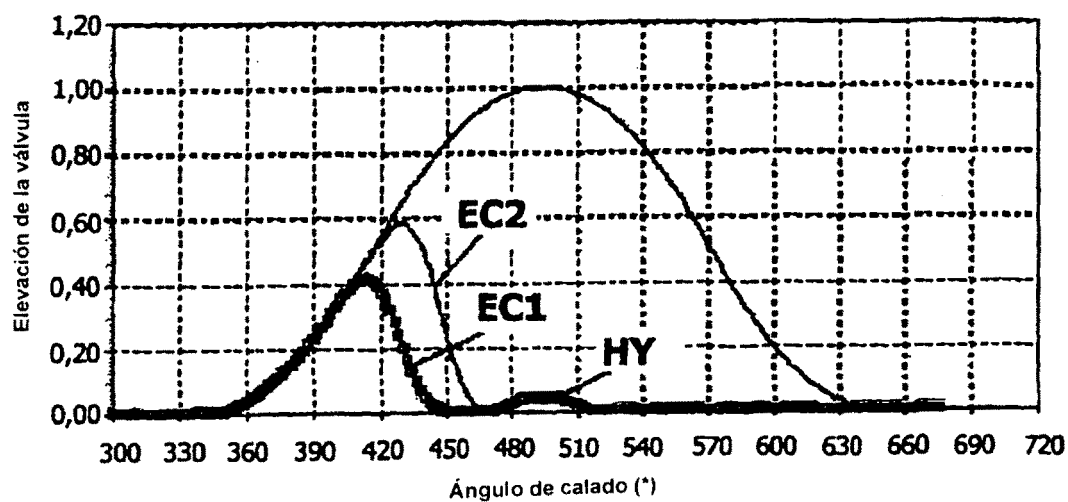


FIG. 5

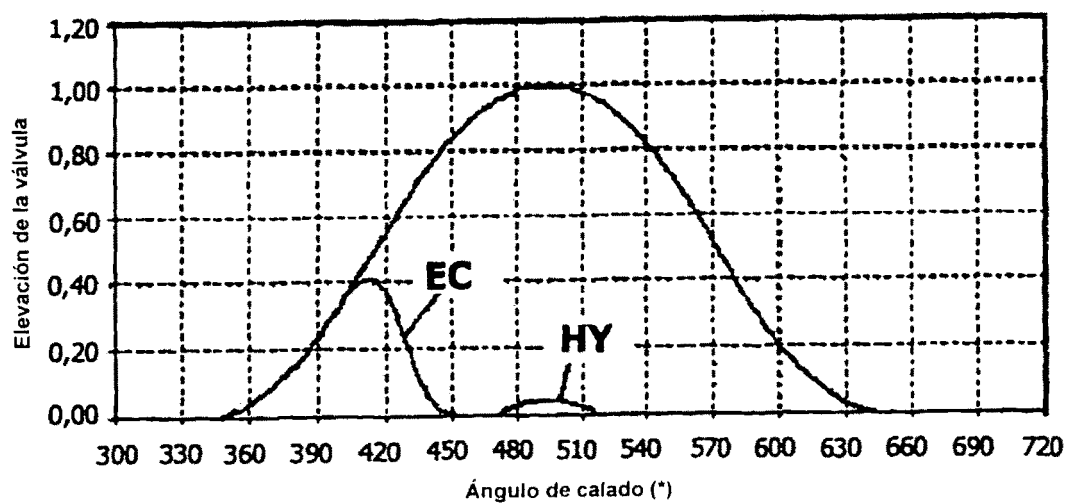


FIG. 6

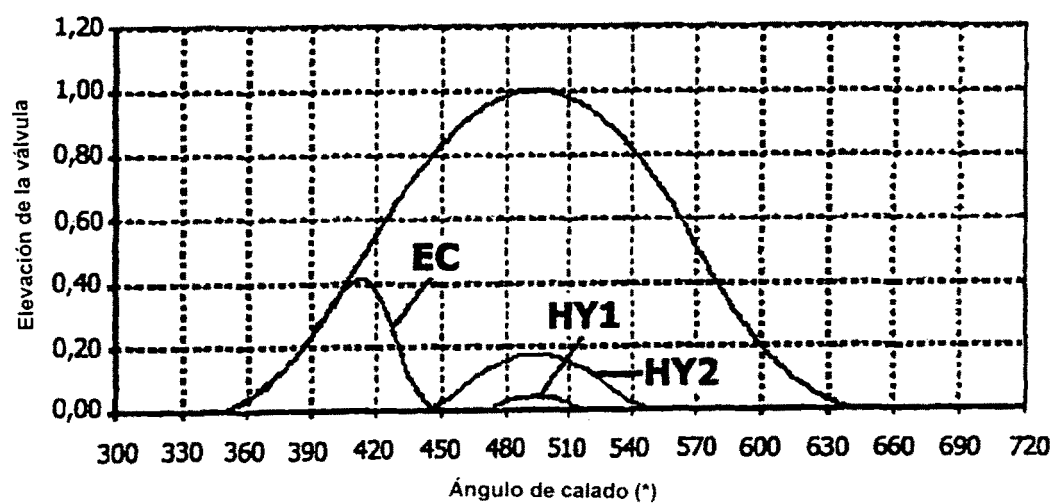


FIG. 7

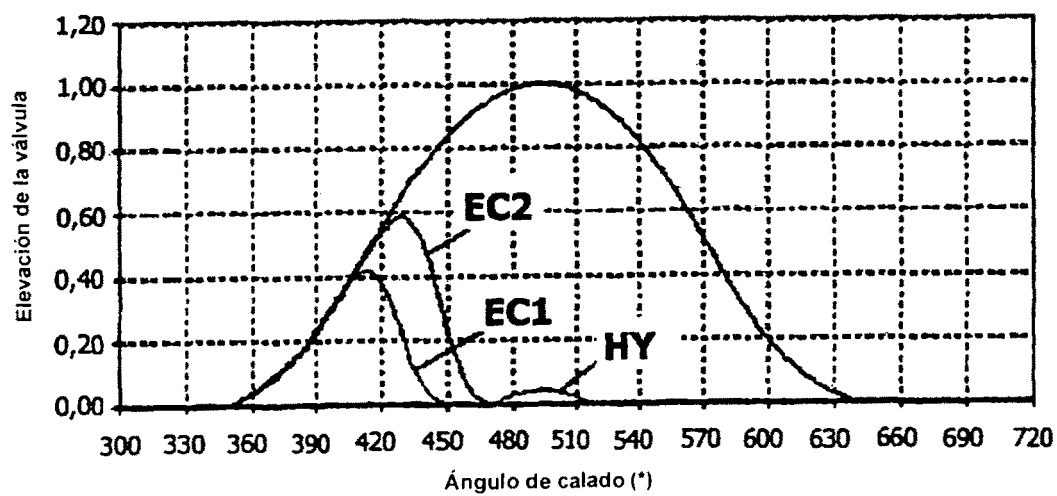


FIG. 8

