

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 575**

51 Int. Cl.:

**F02B 11/00** (2006.01)  
**F02B 1/14** (2006.01)  
**F02D 13/02** (2006.01)  
**F02D 41/02** (2006.01)  
**F02D 43/00** (2006.01)  
**F02D 45/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2006 E 06728566 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 1857654**

54 Título: **Un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**24.02.2005 JP 2005048514**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**23.03.2016**

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP**

72 Inventor/es:

**KOBAYASHI, TATSUO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 564 575 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Un motor de combustión interna

Sector de la invención

5 La presente invención, se refiere a un motor de combustión interna, en el cual, puede autoencenderse, mediante compresión, una mezcla de aire y de carburante consistente en gasolina, en una cámara de combustión, mediante compresión.

10 Antecedentes y trasfondo de la invención

Es conocido el hecho de que, la cantidad de NO<sub>x</sub>, la cual se ha producido en un motor de combustión interna, el cual quema gasolina, como carburante, depende de un período de tiempo de combustión, durante el cual, la temperatura, en una cámara de combustión, es una alta temperatura, y ésta se reduce, a medida que el período de tiempo de combustión se acorta. En una combustión de autoencendido (autoignición) por compresión de una carga premezclada, en la cual, se comprime una mezcla de aire / carburante, formada en la cámara de combustión, a un alto factor de relación de compresión, con objeto de que ésta se encienda, mediante este proceso, produciéndose, la ignición o combustión de la citada mezcla de aire / carburante, substancialmente, de una forma simultánea, en un gran número de posiciones dispersas o diseminadas. De una forma correspondientemente en concordancia, la combustión por autoencendido (autoignición), se completa dentro de un transcurso de tiempo más corto, que el correspondiente a una combustión de encendido por chispa, en la cual, el carburante, se quema mediante la propagación de la llama. Así, de este modo, un motor de combustión interna, el cual realice una combustión de autoencendido o autoignición, puede reducir las emisiones de NO<sub>x</sub>, si se compara con las emisiones de NO<sub>x</sub> producidas por un motor de combustión interna, el cual realice una combustión por chispa. De una forma adicional, las combustión por autoencendido o autoignición, posibilita la combustión, a un alto factor de relación de compresión, y a un muy reducido factor de relación aire / carburante, de tal forma que se mejora la eficiencia del carburante.

Puesto que, la combustión por autoignición (autoencendido), se lleva a cabo en un transcurso de tiempo muy corto, la combustión por autoignición, en una región de alta carga, la cual requiere una gran cantidad de carburante, provoca un brusco incremento de la presión (presión de los cilindros), en el interior de la cámara de combustión, y así, por lo tanto, puede provocarse un ruido, en la combustión, el cual sea demasiado fuerte. Con objeto de abordar el problema del ruido, anteriormente mencionado, arriba, se ha desarrollado un motor de combustión interna de 4 ciclos, el cual realiza una combustión de autoignición en una región de carga ligera, en donde, la combustión por autoignición, provoca poco ruido; y la cual realiza una operación de combustión de ignición o encendido por chispa, en la cual, una mezcla de aire / carburante, se enciende mediante una chispa la cual se genera mediante una bujía, en una región de alta carga, en donde se genera un ruido fuerte de la combustión, mediante la combustión por autoignición a combustión altamente ruidosa, mediante la combustión por autoignición o autoencendido (hágase referencia, por ejemplo, al documento de solicitud de la patente japonesa JP 2000 – 64863 A, reivindicación 1, y figura 4).

Mientras tanto, un factor de relación o cociente de un motor de combustión interna, el cual se ha diseñado para realizar una combustión por autoignición o autoencendido, es considerablemente más alto, que el correspondiente a un factor de relación o cociente de compresión de una máquina de combustión interna, la cual se haya diseñado para realizar una combustión de ignición o encendido por chispa. De una forma correspondientemente en concordancia, en el caso en el que, el motor de combustión interna, el cual puede realizar una combustión por autoignición, realice una combustión de ignición por chispa, en donde, la carga, sea alta, aparece entonces una detonación. Así, de este modo, en este contexto, el motor de combustión interna del tipo convencional, con objeto de reducir el factor de relación o cociente efectivo, retarda el tiempo de cierre de una válvula de admisión, hasta cerca del centro muerto de la parte superior de una carrera de compresión, en una operación de ignición por chispa, de tal forma que pueda evitarse la detonación.

Sin embargo, no obstante, puesto que la operación, en una región de alta carga, requiere la combustión de una gran cantidad de carburante, existe una imposición de un límite, en la extensión del tiempo de retardo del cierre de una válvula de admisión. Esto sucede, debido al hecho de que, un tiempo de retardo del cierre de la válvula de admisión, el cual sea excesivo, provoca una reducción en la cantidad de una mezcla de aire / carburante (es decir, de la cantidad de carburante). Así, de este modo, el motor de combustión interna, no puede evitar la detonación de una forma suficiente, y no puede incrementar el torque o par motor, el cual genera el motor en cuestión.

60 El documento de solicitud de la patente europea EP 1 348 858 A1, da a conocer un motor de combustión interna, en concordancia con la reivindicación 1 anexa en la citada patente. Oros motores de combustión interna adicionales, son los que se conocen a raíz del documento de solicitud de patente estadounidense U S 2002 / 121 A1, y a raíz de los documentos de solicitud de patente japonesas JP 2001 323 828 A y JP 2004 245 126 A.

65

Revelación de la invención

5 Un objeto de la presente invención, es el de proporcionar un motor de combustión interna, el cual genere un alto valor de par motor o torque, sin detonación ni ruidos excesivos, al mismo tiempo que se reduzca una cantidad de NO<sub>x</sub>, y que se mejore la eficiencia del carburante, mediante la ejecución de una operación de combustión por autoignición (autoencendido).

10 El objeto de la presente invención, se realiza mediante un motor de combustión interna, el cual tiene los rasgos distintivos y características de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos, aportados por la invención, son el objeto de la materia de las reivindicaciones dependientes.

Un motor de combustión interna de la presente invención, el cual realiza el objeto anteriormente descrito, arriba, comprende:

15 medios de inyección del carburante, para la inyección de un carburante a base de gasolina, al interior de una cámara de combustión, la cual se encuentra definida por una superficie de la parte superior de un pistón, una superficie de la pared del orificio de un cilindro, y una superficie del fondo de una cabeza del cilindro, del motor de combustión interna; y

20 medios para la ejecución de la combustión por autoignición o autoencendido de la premezcla de carga, para, cuando el motor de combustión interna, se opere en un región de carga ligera, el aire de premezcla captado y conducido al interior (o en) del cámara de combustión (o captado en ésta) y el carburante inyectado al interior de la cámara de combustión, procedente del medio de inyección del carburante, y formado y comprimiendo una mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tenga una distribución espacial uniforme del carburante, para con ello iniciar una  
25 combustión del carburante por autoignición o autoencendido.

El motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, para, cuando el motor de combustión interna, se opere en una región de alta carga, en la cual, la carga, sea mayor que la región de carga ligera, se comprima aire captado y conducido al interior de la  
30 cámara, dentro de la cámara de combustión, y se inyecte el carburante al interior del aire comprimido, desde el medio de inyección de carburante, para con ello iniciar la combustión por difusión, del carburante, en lugar de la combustión por autoignición o autoencendido del carburante.

35 Cuando el motor de combustión interna de esta forma configurado, se opera en la región de carga ligera, se forma la mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tiene una distribución espacial del carburante, y ésta se comprime, de tal forma que se realiza una operación, mediante la combustión por autoignición o autoencendido, de compresión de carga homogénea, mediante la cual se autoenciende el carburante. Así, de este modo, el motor de combustión interna, puede reducir las emisiones de NO<sub>x</sub>. Mientras tanto, cuando el motor de combustión interna, se opera en la región de carga alta, en la cual, la carga es mayor que la carga correspondiente en la región de carga ligera, el  
40 carburante, se inyecta al interior del aire comprimido, de tal forma que, se realiza una operación mediante una combustión por difusión. Puesto que, una operación mediante combustión por difusión, exhibe una menor posibilidad de acontecer una detonación, que la de una operación mediante combustión por ignición o encendido por chispa, la operación mediante combustión por difusión, no requiere la reducción del factor de relación o cociente de compresión real (substantial), mediante un retardo excesivo o indebido del tiempo sincronizado (sincronización del  
45 tiempo), del cierre de la válvula de admisión. Así, por lo tanto, cuando el motor de combustión interna, se opera en la región de alta carga, puede realizarse una combustión estable, bajo un factor de relación o cociente alto, de tal forma que se pueda generar el torque o par motor. De una forma adicional, puesto que la gasolina vaporiza de una forma más rápida que lo que lo hace el diesel, la velocidad de de combustión por difusión, es alta. Así, de este modo, el motor de combustión interna, puede generar un mayor rendimiento, en una región de alta velocidad del  
50 motor.

El motor de combustión interna en concordancia con la presente invención, se encuentra configurado de tal forma que éste realice una operación de 4 ciclos, en la cual, cada 720 grados de ángulo del cigüeñal, se repite a una  
55 carrera de admisión, una carrera de compresión, una carrera de combustión, una carrera de escape, y en donde, el motor, se encuentra compuesto por:

medios de generación de un torbellino o remolino, con objeto de generar un torbellino de aire de admisión, en el interior de la cámara de combustión, mediante la admisión del aire, hacia el interior de la cámara de combustión;

60 medios de generación de chispas, para la generación de una chispa de ignición, en el interior de la cámara de combustión; y

medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, para, cuando la máquina de combustión interna, se opere en una región a media carga (de carga media), en la cual, la carga, es mayor que en la región de carga ligera, y más pequeña que en la región de carga alta, premezclando el aire que se toma y que se conduce hacia el interior de la cámara de combustión y el carburante inyectado al interior de la  
65 cámara de combustión, a partir del medio de inyección de carburante, formando y comprimiendo una mezcla de aire / carburante homogénea, la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante, y encendiendo la mezcla

comprimida, homogénea, de aire / carburante, por mediación de una chispa de encendido (ignición) generada por el medio de generación de chispas, para, con ello, iniciar la combustión de ignición o encendido por chispa del carburante.

5 El motor de combustión interna de esta forma configurado, realiza una operación, a través de una combustión por autoignición o autoencendido, en la región de carga ligera, una operación mediante la combustión de ignición o encendido por chispa, en una región de carga media, y una operación de combustión por difusión, en una región de carga alta. Así, de este modo, incluso en el caso en el que, el motor de combustión interna, se trate de un motor, el cual produzca un ruido excesivamente alto, cuando éste se opera mediante una combustión de autoignición o autoencendido, en la región de carga media, y el cual no pueda llevar a cabo, de una forma estable, la combustión por difusión, en la región de carga media, entonces, la configuración anteriormente, descrita, arriba, posibilita el que el motor de combustión interna, realice la combustión de ignición por chispa, sin producir un ruido el cual sea excesivamente alto, en la región de carga media.

15 De una forma adicional, en la configuración anteriormente descrita, arriba, los medios para la ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la carga premezclada, se encuentra configurada:

20 (1) de tal forma que se abra una válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de una válvula de admisión, para carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, y de tal forma que se cierre la válvula de admisión en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y

25 (2) de tal forma que se inyecte el carburante, a partir de los medios de inyección de carburante, en un tiempo sincronizado, dentro de una etapa temprana y / o etapa media, de una carrera de cierre, en la cual, el torbellino de aire captado e introducido en la cámara de combustión, corresponde al más potente, encontrándose, el tiempo sincronizado entre el tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión, para la carga ligera y el tiempo sincronizado del cierre de la válvula de admisión, para la carga ligera, para formar, con ello, la mezcla homogénea de aire / combustible.

35 Según esta configuración, en concordancia con la presente invención, se produce un potente torbellino o remolino de aire de admisión, mezclando aire e introduciéndolo en la cámara de combustión global, y en el carburante inyectado, formando, con ello, de una forma fidedigna, la mezcla homogénea de aire / carburante la cual tiene una distribución espacial uniforme (homogénea) del carburante. Como resultado de ello, pueden reducirse las emisiones de NO<sub>x</sub>, y así, por lo tanto, puede mejorarse la eficiencia térmica (economía en carburante).

El medio para la ejecución de la combustión de ignición o encendido por chispa, se encuentra configurado:

40 (1) de tal forma que se abra una válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de una válvula de admisión, para carga media (tal como, por ejemplo, con antelación al tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión, para carga ligera), variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, y de tal forma que se cierre la válvula de admisión en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y retardando (a un punto anterior, o consistiendo en el tiempo de retardo, con respecto a) el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga ligera, y

50 (2) de tal forma que se inyecte el carburante, a partir de los medios de inyección de carburante, en un tiempo sincronizado, dentro de una etapa temprana y / o etapa media, de una carrera de cierre, en la cual, el torbellino de aire captado e introducido en la cámara de combustión, corresponde al más potente, encontrándose, el tiempo sincronizado entre el tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión, para la carga media, y el tiempo sincronizado del cierre de la válvula de admisión, para la carga media, para formar, con ello, la mezcla homogénea de aire / combustible.

55 Según esta configuración, en concordancia con la presente invención, el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, se ajusta de tal forma que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga ligera, para reducir, con ello (o disminuir), el factor de relación o cociente de compresión real (o substancial), y la acción de la agitación de un torbellino o remolino de aire de admisión, se utiliza para formar la mezcla homogénea de aire / carburante la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante. Así, de este modo, puede evitarse la detonación (el golpe), y puede llevarse a cabo, una operación de combustión de encendido o ignición por chispa, la cual sea estable.

De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, se encuentra configurado:

65 (1) de tal forma que se abra una válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de una válvula de admisión, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, y de tal forma que se cierre la válvula de admisión en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de

admisión, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y controlando o conduciendo (o avanzándose con respecto a) el tiempo de cierre para carga media

5 (2) de tal forma que se inyecte el carburante, a partir de los medios de inyección de carburante, en un tiempo sincronizado, retardando el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga alta, y de un forma cercana a un centro muerto superior de compresión.

10 En concordancia con esta configuración, y puesto que el tiempo de cierre de la válvula de admisión, se encuentra ajustado para conducir y gestionar el tiempo de cierre de la válvula para carga media, en una operación de combustión de autoencendido a autoignición, el factor de relación o cociente real, no cae (o desciende, o disminuye), demasiado. Así, mismo, también, el carburante experimenta una combustión por difusión. Como resultado de ello, puede llevarse a cabo una combustión estable, a un alto factor de relación o cociente de compresión, de tal forma que, el par motor o torque, el cual se genera mediante el motor de combustión interna, puede mejorarse (o incrementarse).

15 En este caso, de una forma preferible, el pistón tiene una cavidad formada en una porción central de la superficie superior de éste, y el medio (o medios) de inyección del carburante, se encuentra configurado de tal forma que se inyecte el carburante hacia la cavidad.

20 De una forma adicional, preferiblemente, el motor de combustión interna, comprende, adicionalmente, un medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, de carga estratificada, para, cuando el motor de combustión interna, se opere en una región de carga muy ligera, en la cual, la carga es más pequeña que la correspondiente a la región de carga ligera, abriendo la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna; cerrando la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de cierre de una válvula de admisión, para carga muy alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga del motor de combustión interna; inyectando el carburante, a partir del medio de inyección de carburante, en un tiempo sincronizado de inyección, en una fase o punto medio de una carrera de compresión, tiempo sincronizado de inyección éste, el cual retrasa el tiempo sincronizado del cierre de la válvula de admisión, para carga muy ligera, y que se encuentra antes del centro muerto superior de la compresión, para, estancar, mediante ello, de una forma substancial, el carburante inyectado, en la cavidad, y comprimiendo la mezcla homogénea de aire / carburante, dentro de la cavidad, para iniciar, con ello, la combustión del carburante por autoignición o autoencendido.

35 En concordancia con la forma de configuración descrita arriba, incluso en el caso de una operación de carga muy ligera, en la cual, la cantidad de carburante sea pequeña, una mezcla de aire / carburante, la cual tenga una concentración que sea lo suficientemente alta, para la autoignición o autoencendido, puede formarse, de una forma fidedigna, en el interior de la cavidad, de tal forma que pueda llevarse a cabo un combustión por autoignición o autoencendido, la cual sea estable. Como resultado de ello, una región de operación, en la cual pueda llevarse a cabo una operación de autoignición o autoencendido, se amplía para cubrir a una región de carga más baja, de tal forma que puedan reducirse todavía más las emisiones de  $\text{NO}_x$ , y que pueda mejorarse adicionalmente la economía de carburante.

45 De una forma adicional, preferiblemente, el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional:

medios para la detección de la presión en el cilindro, para detectar la presión en el cilindro, la cual se trata de la presión en el interior de la cámara de combustión; y

50 medios (medio) de conversión (conmutación), para que, durante una operación de combustión por autoignición o autoencendido, ésta se ejecute mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido por compresión, de la premezcla de carga, obteniendo, con ello, un media de la presión en los cilindros, calculando las presiones medias en los cilindros, las cuales se detectan mediante el medio o medios de la detección de la presión en los cilindros, en un período de tiempo, el cual abarca a un rango comprendido desde el inicio de la presión, hasta el final de la carrera de la combustión, asociada con (o para) una combustión individual, y obteniendo una media correspondiente la media de la presión media en los cilindros, procediendo a calcular la las medias de la presión en los cilindros, asociados con (o para) una pluralidad de combustiones anteriores y para, cuando un valor absoluto o una diferencia entre la media de la presión en los cilindros, asociadas con una combustión actual, y la media de las presiones mediaos en los cilindros, sea mayor que (o que exceda a) un valor predeterminado, convirtiendo (conmutando) la operación, de tal forma que se ejecute la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada.

65 En concordancia con esta configuración, una determinación del hecho consistente en si la combustión por autoignición o autoencendido mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido por compresión, de premezcla de carga, es inestable, o no lo es, se lleva a cabo procediendo a determinar el hecho consistente en si, un valor  $\Delta P$  derivado de un valor absoluto, de la diferencia ( $|P_i - P_{iave}|$ ), entre "la media de la presión de un cilindro,  $P_i$ , asociada con una combustión actual" y "una media de la

presión media de los cilindros,  $P_{iave}$ , la cual es una media las medias de las presiones en los cilindros, asociada con una pluralidad de combustiones anteriores”, se encuentra en exceso, o no, (se convierte en mayor, o no), con respecto a un valor predeterminado. Cuando se determina el hecho de que, la combustión por autoignición o combustión, mediante los medios o medio para la ejecución de la operación de combustión mediante autoignición o autoencendido, por compresión de la premezcla de carga, se convierte en inestable, en base a la determinación de que, el valor de  $\Delta P$  derivado del valor absoluto de la diferencia, se encuentra en exceso, con respecto a un valor predeterminado, entonces, la operación, a partir de una operación de combustión mediante autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante compresión, a una operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante carga estratificada. Así, por lo tanto, puede evitarse el hecho de acontezcan variaciones del torque o par motor, o semejantes, provocadas por la inestabilidad en la operación del motor de combustión interna.

De una forma preferible, el valor de  $\Delta P$ , derivado el valor absoluto de la diferencia, es un cociente del valor absoluto de la diferencia ( $|P_i - P_{iave}|$ ), dividido por la media de la presión media en los cilindros,  $P_{iave}$ .

De una forma adicional, el motor de combustión interna en concordancia con la presente invención, comprende:

un medio o medios de detección de la presión del cilindro, para detectar la presión del cilindro, la cual es la presión en el interior de la combustión; y

un medio o medios de cambio o conmutación para obtener, durante el transcurso en el que se está ejecutando una operación de combustión por autoencendido a autoignición, mediante el medio o medios de ejecución la operación de combustión por autoignición o autoencendido por compresión de premezcla de carga, una proporción o cuantía de cambio, en la presión de los cilindros, por unidad de tiempo, o por unidad de ángulo del cigüeñal; a saber, un tasa de cambio del presión de los cilindros, en base a la presión de los cilindros detectada mediante el medio o medios de detección de la presión en los cilindros, y para, cuando la tasa de cambio de la presión de los cilindros la cual se haya obtenido, se encuentre en exceso, con respecto a una determinada tasa de cambio, cambiando la operación, de tal forma que se ejecute una operación de combustión mediante encendido o ignición por chispa, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa.

En concordancia con esta configuración, la determinación en cuanto al hecho consistente en si, un ruido asociado con combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, de la mezcla homogénea de aire / combustible, es excesivo, se lleva a cabo procediendo a determinar el hecho de si, la tas de cambio de la presión en los cilindros, se encuentra en exceso, o no, con respecto a una tasa de cambio determinada. Cuando se determina el hecho de que, el ruido asociado con la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga de la mezcla homogénea de aire / carburante, es excesivo, en base a la determinación de que, la tasa de la carga de presión de los cilindros, es excesiva, con respecto a la tasa de carga predeterminada, entonces, la operación, se cambia, conmutándose, desde la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoencendido o autoignición por compresión de la premezcla de carga, a la operación de combustión mediante ignición por chispa, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión de ignición o encendido por chispa. Así, de este modo, puede evitarse la generación de un ruido excesivo.

De una forma adicional, preferiblemente, el motor de combustión interna, comprende:

un medio o medios de detección de los golpes (detonaciones); y

un medio o medios de cambio o de conmutación de la operación, para la obtención, durante el período en el cual se está ejecutando la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, mediante el medio o medios de operación de la ejecución, de una frecuencia de la aparición de la detonación o golpeo, en base a las detonaciones o golpes detectados mediante el medio o medios de detección del golpeo o detonaciones, para cuando, la frecuencia obtenida de la aparición de los golpes o detonaciones, es excesiva, con respecto a una frecuencia determinada, cambiando la operación, de tal forma que se ejecute la operación de combustión por difusión, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión.

Según esta configuración, en concordancia con la presente invención, antes de que la frecuencia de los golpes o detonaciones, se convierta en excesivo, la se cambia, desde una operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por ignición o encendido por chispa, a la operación de combustión por difusión, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión. Esto puede evitar el que acontezca un golpeteo o detonación de una forma excesivamente frecuente. El medio o medios de detección del golpeteo o detonación, puede detectar la aparición del los golpes o detonaciones, en base a un cambio en la presión del cilindro, detectada mediante un sensor de la presión de los cilindros, o puede detectar los golpes o detonaciones, mediante la utilización de un sensor de golpes o detonaciones conocido, el cual detecta la vibración del motor de combustión interna.

De una forma adicional, preferiblemente, en el motor de combustión interna, el cual tiene el pitón anteriormente mencionado, arriba, en el cual, la cavidad se encuentra formada en la superficie (de la parte) superior del pistón, la cavidad en cuestión, tiene una forma de fondo cerrado, y generalmente cilíndrica, y ésta se encuentra formada de tal forma que, una porción del borde, sirva como una entrada de la cavidad, y tenga un diámetro, el cual es más pequeño que el diámetro máximo del interior de la cavidad, y de tal forma que se forme una ranura de guía en espiral, para introducir el torbellino de aire de admisión, al interior de la cavidad, en una porción circunferencial exterior de la cavidad.

Según esta configuración, en concordancia con la presente invención, se genera un flujo en forma de torbellino, mediante el aire tomado y conducido al interior de la cámara de combustión, y el cual fluye a lo largo de la superficie de la pared del orificio, del cilindro, puede introducirse, de una forma suficiente, en el interior de la cavidad, por mediación de la ranura de guía en espiral (del torbellino o remolino). Esta configuración, reduce el radio del torbellino del aire de entrada, intensificando, con ello, el flujo en forma de torbellino.

Como resultado de lo anteriormente expuesto, durante la operación, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada puede formarse, de una forma fidedigna una mezcla (homogénea) de aire / carburante, únicamente en el interior de la cavidad, de tal forma que pueda restringirse la generación de NO<sub>x</sub>. Así mismo, también, durante la combustión por autoignición o autoencendido de una mezcla homogénea de aire / combustible, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, y durante la combustión de ignición o encendido por chispa, de una mezcla homogénea de aire / carburante, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, un mezcla de aire / carburante formada en exterior de la cavidad, puede tomarse y admitirse al interior de la cavidad, de una forma eficiente, de tal forma que, pueda formarse una mezcla homogénea de aire / carburante, en el interior de la cavidad, mediante la utilización de aire, en totalidad de la cámara de combustión. Así, de este modo, la generación de NO<sub>x</sub>, puede restringirse, y puede de esa forma mejorarse la eficiencia térmica (economía de carburante). De una forma adicional, durante la combustión por difusión, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, puede generarse una fuerte flujo de un torbellino, en el interior de la cavidad, el cual puede facilitar el mezclado de las gotitas de carburante y aire (oxígeno), de tal forma que pueda mejorarse la tasa de utilización de aire, durante la combustión por difusión. Como resultado de ello, puede mejorarse la eficiencia térmica del motor de combustión interna. De una forma adicional, puesto que, puede encontrarse presente una gran cantidad de oxígeno, alrededor de cada una de las gotitas de carburante, puede restringirse la generación de humos.

De una forma preferible, el medio o medios de generación de chispas, es una bujía, la cual se encuentra dispuesta de tal forma que, una porción de generación de chispa, de ésta, para generar la chispa de ignición o encendido, se encuentra localizada en una porción circunferencial interior de la cavidad, y, el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, un medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición por chispa, de carga estratificada, en tiempo o momento de arranque / en frío, para, cuando el motor de de combustión interna, se arranca y / o se encuentra en una condición fría, la apertura de la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado predeterminado de apertura de la válvula de admisión, para el tiempo o momento de arranque / en frío, cerrar la válvula de admisión en un tiempo predeterminado de cierre de la válvula de admisión, para el tiempo o momento de arranque / en frío, inyectar el carburante procedente del medio de inyección de carburante, en un tiempo sincronizado en una fase posterior de una carrera de compresión, el cual retarda el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para el tiempo de arranque / en frío, y que se encuentra antes del centro muerto superior de compresión, para con ello estancar, de una forma substancial, el carburante inyectado en la cavidad, para formar un mezcla estratificada de aire / carburante, en el interior de la cavidad, y encender o la mezcla estratificada de aire / carburante, por mediación de una chispa de encendido o ignición, generada por el medio de generación de chispas, para con ello iniciar la combustión de ignición o encendido por chispa del combustible.

Cuando se procede al arranque del motor de combustión interna, o cuando éste se encuentra en una condición fría, sucede entonces que es dudoso o improbable, el que la temperatura de una mezcla de aire / carburante aumente. Así, de este modo, la combustión por autoignición o autoencendido, es candidata convertirse a inestable. Con objeto de hacer frente a este problema, tal y como sucede en el caso de la configuración anteriormente, arriba, el carburante, se inyecta a partir de medio o medios de inyección de carburante, durante el transcurso de la última etapa del carrera de compresión, el cual retarda el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para el tiempo de arranque / en frío, y éste se encuentra antes del centro muerto de la parte superior, de la compresión, estancándose, con ello, el carburante, en la cavidad, y formado la mezcla estratificada de aire / carburante, a lo largo de una porción interior, circunferencial, de la cavidad, por mediación de una espiral (torbellino) generada en el interior de la cavidad. Entonces, se produce el encendido de la mezcla estratificada de aire / carburante, mediante la bujía, cuya porción de generación de chispas, se encuentra localizada en la porción circunferencial interior de la cavidad. Esto mejora el rendimiento del arranque del motor de combustión interna, o permite una combustión estable en una condición fría.

Mientras tanto, el motor de combustión interna, puede configurarse del siguiente modo:

la cavidad, tiene una forma de fondo redondeado, cerrado, y generalmente cilíndrica, y ésta se encuentra formada de tal forma que, un porción del borde, la cual sirve como una entrada a la cavidad, tiene un diámetro, el cual es más pequeño que el diámetro máximo del interior de la cavidad, y de tal modo que se forma una ranura de guía de la espiral, para la introducción y admisión del torbellino de aire, al interior de la cavidad, en una porción circunferencial exterior de la cavidad, y

la bujía, se encuentra dispuesta a lo largo de la ranura de guía del torbellino.

En concordancia con esta configuración, y puesto que la bujía puede encontrarse dispuesta en la en la ranura de guía del torbellino (espiral), la porción de generación de la chispa, de la bujía, puede disponerse fácilmente en una porción circunferencial de la cavidad.

De una forma adicional, preferiblemente, se encuentra formada una pared de aislamiento del calor, sobre una superficie de la pared de la cavidad.

En concordancia con esta configuración, y puesto que el gas de la combustión el cual se encuentra retenido en el interior de la cavidad, difícilmente se enfriará, la temperatura de la mezcla de aire / carburante la cual se someterá a la combustión por autoignición o autoencendido, puede mantenerse a un alto nivel, de tal forma que, la combustión por autoignición o autoencendido, pueda realizarse de una forma estable. De una forma adicional, puesto que puede facilitarse la vaporización del carburante inyectado hacia la cavidad, puede reducirse la cantidad de humo generada durante la combustión por difusión.

De una forma adicional, de un modo preferible, el motor de combustión interna de la presente invención, comprende un supercargador, y éste se encuentra configurado del siguiente modo:

cada uno de los medios o medio de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante compresión de la premezcla de carga, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por chispa, y el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, se encuentra configurado:

(1) de tal forma que cierre una válvula de escape, antes de que se abra la válvula de admisión, generándose, con ello, un período de solapado negativo, el cual se trata del un período, el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, hasta un tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión; y

(2) de tal forma que controle el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, y el tiempo sincronizado de apertura del válvula de admisión, de tal forma que, el período de solapado negativo, se acorte, a medida que la carga del motor de combustión interna se incrementa.

De una forma similar, de un modo preferible, el motor de combustión interna de la presente invención, comprende adicionalmente un supercargador, y éste se encuentra configurado del siguiente modo:

cada uno de los medios o medio de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante compresión de la carga estratificada, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión mediante la premezcla de carga, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por chispa, y el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, se encuentra configurado:

(1) de tal forma que cierre una válvula de escape, antes de que se abra la válvula de admisión, generándose, con ello, un período de solapado negativo, el cual se trata del un período, el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, hasta un tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión; y

(2) de tal forma que controle el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, y el tiempo sincronizado de apertura del válvula de admisión, de tal forma que, a medida que se incrementa la carga del motor de combustión interna, se acorta el período de solapado negativo.

Estos tipos de configuraciones, proporcionan el así denominado "período de solapado negativo (período de solapado de la válvula negativo)", en el cual, la combustión del gas, se encuentra confinado en el interior de la cámara de combustión. De una forma adicional, el período de solapado negativo, varía, de tal forma que, cuanto mayor es la carga del motor de combustión interna, más corto es el período de solapado negativo. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando el motor de combustión interna, se opera a una carga, en la región de carga ligera, o inferior, la cantidad de aire a ser introducido al interior de la cámara de combustión, puede controlarse, por mediación del período de solapado negativo. Cuando el motor de combustión interna, se opera en una región, en la cual, la carga es mayor que en la región de carga ligera, la cantidad de aire a ser introducida al interior de la cámara de combustión, puede controlarse, por mediación de un medio o medios de supercargado de la supercarga, y el período de solapado negativo. Como resultado de ello, puesto que, una válvula del tipo mariposa

(de estrangulación), la cual se encuentre dispuesta en el pasaje de admisión del motor de combustión interna, puede mantenerse, generalmente, completamente abierta, la pérdida de energía asociada con el estrangulamiento, mediante la válvula del tipo mariposa, se reduce, de tal forma que pueda mejorarse la economía del motor de combustión interna.

5 De una forma preferible, en el motor de combustión interna,  
 el medio o medios de inyección de carburante, se encuentra configurado de tal forma que, el carburante, se inyecte en una primera condición de inyección, en la cual, el carburante, se inyecta en un estrecho ángulo de inyección, o en una segunda condición de inyección, en la cual, el carburante se inyecta en el estrecho ángulo de inyección, y en un amplio ángulo de inyección, el cual es mayor que el estrecho ángulo de inyección;

10 el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, de carga estratificada, se encuentra configurado de tal forma que se inyecte el carburante en la primera condición de inyección, a partir del medio o medios de inyección de carburante; y

15 cada uno de los medios o medio de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante compresión de la premezcla de carga, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por chispa, y el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por difusión, se encuentran configurados de tal forma que se inyecte el carburante en la segunda condición de inyección, a partir del medio o medios de inyección de carburante.

20 Tal y como se ha mencionado anteriormente, arriba, cuando la mezcla de aire / carburante se somete a una combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de la carga estratificada, el carburante, se inyecta en la fase media de la carrera de compresión. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando se inyecta el carburante, se encuentra presente una gran distancia entre el medio o medios de inyección del carburante, y la superficie superior del pistón, sobre la cual se encuentra formada la cavidad. Así, por lo tanto, cuando la mezcla de aire / carburante, se somete a una combustión por autoignición o autoencendido, por mediación del medio o medios de ejecución de la operación por autoignición o autoencendido de carga estratificada, tal como es el caso en la configuración anteriormente mencionada, arriba, si el carburante se inyecta en una forma cónica (en la forma de un cono), el cual tenga un estrecho ángulo vertical, es entonces posible, para el carburante inyectado, el que éste se introduzca de una forma fidedigna, al interior de la cavidad formada sobre la superficie de la parte superior del pistón. Como resultado de lo anteriormente expuesto, puede reducirse la cantidad de carburante la cual se inyecta en la parte exterior de la cavidad, y que, así, de este modo, no contribuye a la combustión por autoignición o autoencendido. Así, de este forma, la generación de HC (hidrocarburo) no quemado, puede reducirse, y puede por lo tanto mejorarse la economía del carburante.

25 De una forma adicional, en concordancia con la configuración anteriormente mencionada, arriba, en la operación de combustión por autoignición o autoencendido de la premezcla de carga, y en la operación de combustión mediante autoencendido o autoignición por chispa, el carburante, se inyecta, en un tiempo sincronizado situado entre la fase temprana y / o la fase media de la carrera de admisión, en la cual, el torbellino de aire, corresponde al más fuerte, en la forma cónica (es decir, en una forma de cono), el cual tiene el ángulo vertical estrecho, así como en la forma cónica (es decir, la forma de un cono), la cual tiene el ángulo vertical ancho. De una forma correspondientemente en concordancia, el carburante inyectado, alcanza la totalidad de la región de la cámara de combustión, y éste se agita mediante el fuerte flujo de aire, en forma de torbellino o remolino, en el interior de la cámara de combustión. Así, de este modo, la totalidad del aire el cual se encuentra presente en el interior de la cámara de combustión, se utiliza para formar una mezcla de aire / carburante, homogénea, de tal forma que, las emisiones de NO<sub>x</sub>, puedan reducirse todavía más, y que pueda así mejorarse la eficiencia térmica (es decir, la economía de carburante).

30 En este caso, y de una forma preferible, el medio o medios de inyección de carburante, se trata de una válvula de inyección, la cual dispone de un grupo de orificios de inyección, de ángulo estrecho, la cual se abre para la inyección del carburante, cuando una aguja de la válvula de inyección del carburante, se encuentra en ambas condiciones consistentes en una condición de bien ya sea una reducida elevación, o bien ya sea en una alta elevación, y un grupo de orificios de inyección de amplio ángulo, los cuales se abren para la inyección del carburante, únicamente cuando la aguja de encuentra en la condición de reducida elevación;

35 los medios o medio de ejecución de la operación de combustión mediante autoignición o autoencendido de carga estratificada, se encuentran configurados de tal forma que se inyecte el carburante, en la primera condición de inyección, llevando la aguja a la condición de reducida elevación; y

40 cada uno de los medios o medio de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante compresión de la premezcla de carga, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por chispa, y el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o combustión por difusión, se encuentran configurados de tal forma que se inyecte el carburante en la segunda condición de inyección, procediendo a llevar la aguja a la condición de alta elevación.

Esto facilita el hecho de que, el carburante, se inyecte en las condiciones de inyección anteriormente mencionadas arriba, correspondientes a las condiciones de operación por mediación de una configuración simple. Así, de este modo, puesto que un rango dinámico de la inyección de carburante (diferencia entre una cantidad mínima de la inyección de carburante, y cantidad máxima de la cantidad de carburante) de la válvula de inyección de carburante, puede incrementarse de una forma fehaciente, el carburante puede inyectarse a una cantidad suficiente, incluso en el momento correspondiente a una carga alta.

De una forma preferible, en el motor de combustión interna, el cual tenga una válvula de inyección de carburante de este tipo, la válvula de inyección en cuestión, se encuentra formada de tal modo que, el número de orificios de inyección de ángulo ancho, es mayor que el correspondiente al número de orificios de inyección de ángulo estrecho, y de tal modo que, los orificios de inyección de ángulo ancho en cuestión, sean más pequeños, en cuanto a lo referente al diámetro, que los orificios de inyección de ángulo estrecho.

De una forma adicional, preferiblemente, el motor de combustión interna, comprende adicionalmente medio o medios de regulación de la presión de inyección, para incrementar la presión del carburante inyectado desde la válvula de inyección del carburante, a medida que la carga de motor de combustión interna se incremente.

Esta configuración, proporciona las siguientes ventajas:

(1) A una carga muy ligera (durante la operación de combustión, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada), el carburante, se inyecta, a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, teniendo, cada uno de ellos, un diámetro relativamente grande, y la presión del carburante a ser inyectado, es relativamente baja. Así, de este modo, las gotitas de carburante, tienen un diámetro grande de las gotitas. Así, por lo tanto, el carburante, puede alcanzar el interior de la cavidad, de una forma fidedigna.

2) A una carga que va desde la carga ligera, hasta la carga media (durante la operación, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de la premezcla de carga, o mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante combustión por chispa), el carburante, se inyecta no únicamente a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, sino también, así mismo, a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho. Como resultado de ello, el aire y el carburante los cuales se encuentran dentro de la cámara de combustión, se mezclan de una forma suficiente, mediante las gotitas de carburante, teniendo, cada una de estas gotitas, el pequeño diámetro de las gotitas, e inyectándose al ángulo ancho, como resultado de la inyección procedente de los orificios de inyección de ángulo ancho, así como también las gotitas de carburante, las cuales tienen cada una de ellas el diámetro de la gotita grande, y que se inyectan al ángulo estrecho, como resultado de la inyección a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho. Esto capacita al aire en su totalidad, el cual se encuentra presente en el interior de la cámara de combustión, el que éste se utilice para formar una mezcla homogénea de aire / carburante, de tal forma que, las emisiones de NO<sub>x</sub>, puedan reducirse todavía más, y que pueda mejorarse la eficiencia térmica (economía de carburante).

3) En el momento de la alta carga (durante la operación de combustión por difusión), el carburante, se inyecta no únicamente a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, sino así mismo, también, a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho. Así mismo, también, la presión del carburante a ser inyectado, es relativamente alta. De una forma correspondientemente en concordancia con lo anteriormente expuesto, el diámetro de las gotitas del carburante inyectado a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho, se convierte en más pequeño. Así, de este modo, las gotitas de carburante inyectadas a partir de los orificios de inyección en ángulo ancho y aire (oxígeno), se mezclan de una forma suficiente. Como resultado de ello, puede mejorarse la eficiencia térmica del motor de combustión interna. De una forma adicional, puesto que, puede encontrarse presente una gran cantidad de oxígeno, alrededor de cada una de las gotitas de carburante, puede restringirse, de una forma efectiva, la generación de humo.

#### Descripción resumida de los dibujos

La figura 1, es una vista esquemática de la configuración de un motor de combustión interna, en concordancia con un primer ejemplo de utilidad para la comprensión de la presente invención;

La figura 2, es una vista en sección de una cámara de combustión, y porciones asociadas, mostradas en la figura 1, según se secciona mediante un plano, el cual incluye un eje de un cilindro;

La figura 3, es una vista frontal de una superficie superior de un pistón, mostrado en la figura 1;

La figura 4, es una vista de la sección longitudinal de una porción del extremo en forma de punta, de una válvula de inyección de carburante, mostrada en la figura 1;

La figura 5, es una vista frontal de una porción del extremo en forma de punta, de la válvula de inyección mostrada en la figura 1;

La figura 6, es un diagrama de bloques, en el cual se muestran las funciones las cuales se realizan mediante la ejecución de programas predeterminados, mediante una CPU de unidad de control eléctrica, mostrada en la figura 1; (CPU = Unidad central de procesado – [de sus iniciales en idioma inglés, correspondientes a Central Processing Unit];

5 La figura 7, es un mapa de las regiones de operaciones, cuyo medio de cambio de la operación, se encuentra mostrado en la referencias de la figura 6;

10 La figura 8, es una serie de diagramas, los cuales muestran el tiempo sincronizado de la válvula, el período de tiempo de la inyección de carburante (tiempo sincronizado de la inyección de carburante), y el tiempo sincronizado de la ignición o encendido de motor de combustión interna mostrado en la figura 1;

15 La figura 9, es una vista la cual muestra el modo mediante el cual se inyecta el carburante, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, el cual se muestra en la figura 6;

20 La figura 10, es una vista la cual muestra el modo mediante el cual se inyecta el carburante, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, o mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición por chispa, mostrado en la figura 6;

La figura 11, es un vista la cual muestra de qué forma se inyecta el carburante, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, mostrado en la figura 6;

25 La figura 12, es un diagrama de bloques, el cual muestra las funciones las cuales se realizan mediante la ejecución de programas predeterminados mediante una unidad central de procesado (CPU), de una unidad de control eléctrico, de un motor de combustión interna, en concordancia con una segundo ejemplo de utilidad para la compresión de la presente invención;

30 La figura 13, es un mapa de las regiones de operaciones, cuyo medio o medios de cambio de las operaciones, se muestran en las referencias de la figura 12;

35 La figura 14, es una serie de diagramas, los cuales muestran el tiempo sincronizado de las válvulas y el tiempo sincronizado de la inyección de carburante del motor de combustión interna en concordancia con el segundo ejemplo;

La figura 15, es una serie de vistas para explicar la estructura de un motor de combustión interna en concordancia con un tercer ejemplo, de utilidad para la comprensión de la presente invención;

40 La figura 16, es una vista esquemática de la configuración de un motor de combustión interna, en concordancia con la presente invención;

La figura 17, es una vista en sección de un cilindro, de un depósito de compensación de la admisión, y una puerta de admisión, del motor de combustión interna el cual se muestra en la figura 16, seccionado mediante un plano perpendicular a un eje del cilindro;

45 La figura 18, es una vista de una porción del fondo de un cabeza del cilindro, mostrada en la figura 16, vista desde una cámara de combustión;

La figura 19, es una vista frontal de un brazo de accionamiento, mostrado en la figura 16;

50 La figura 20, es un diagrama de bloques, el cual muestra las funciones la cuales se realizan mediante la ejecución de programas predeterminados, mediante una unidad central de procesado (CPU), de una unidad de control eléctrico del motor de combustión interna mostrado en la figura 16; y

55 La figura 21, es una serie de diagramas, los cuales muestran el tiempo sincronizado de apertura / cierre de una válvula de escape, el tiempo sincronizado de apertura / cierre de la puerta de admisión, y el tiempo sincronizado de inyección del carburante de un motor de combustión interna mostrado en la figura 16.

Mejor forma de realización de la invención

60 **<Primer ejemplo>**

Los ejemplos y una forma de presentación de un motor de combustión interna, en concordancia con la presente invención, se describirán, a continuación, haciendo referencia a los dibujos. La figura 1, muestra un configuración esquemática de un motor de combustión interna 10, en concordancia con un primer ejemplo. La figura 1, muestra una sección de un cilindro específico, únicamente, pero, otros cilindros, tienen así mismo, también, una configuración similar.

El motor de combustión interna 10, es un motor de combustión interna de 4 ciclos, del tipo de pistones oscilantes, el cual se encuentra configurado de tal forma que se realice una operación de 4 ciclos, en la cual, cada 720 grados de ángulo de cigüeñal, se repiten una carrera de admisión, un carrera de compresión, una carrera de combustión, y una carrera de escape. El motor de combustión interna, 10, utiliza gasolina como carburante.

5 El motor de combustión interna 10, incluye una sección de bloque de los cilindros, 20, la cual incluye un bloque de cilindro, una caja inferior del bloque de los cilindros, y un cárter de aceite; una sección de la cabeza de los cilindros, 30, fijada sobre la sección del bloque de los cilindros, 20; un sistema de admisión, 40, para suministrar aire a la sección del bloque de los cilindros, 20, y un sistema de escape, 50, para descargar el gas de escape (gas de combustión), desde la sección del bloque de los cilindros, 20, al exterior del motor.

15 La sección del bloque de cilindros, 20, incluye un hueco, un cilindro de forma cilíndrica, 21, un pistón, 22, una barra (biela) de conexión, 23, y un cigüeñal 24. El pistón 22, oscila en el interior del cilindro 21. El movimiento oscilante del pistón 22, se transmite al cigüeñal 24, vía la barra o biela de conexión, 23, haciendo con girar con ello, en movimiento rotativo, al cigüeñal 24. La superficie de la pared del orificio del cilindro 21, la superficie superior (cabeza del pistón), del pistón 22, y la superficie del fondo de un sección de la cabeza del cilindro, 30, forman una cámara de combustión, 25.

20 La sección de la cabeza del cilindro, 30, incluye puertos (portillas) de admisión, 31, los cuales se encuentran conectados a la cámara de combustión 25; válvulas de admisión 32, para la apertura / cierre de los respectivos puertos de admisión, 31; mecanismos para el accionamiento de la válvula de admisión, 32 a, los cuales sirven como medios de accionamiento de la válvula de admisión, para accionar las respectivas válvulas de admisión, 32; puertos de escape, 33, conectados a la cámara de combustión 25; válvulas de escape 34, para abrir y para cerrar los respectivos puertos de escape, 33; mecanismos de accionamiento de las válvulas de escape, 34 a, los cuales sirven como medios de accionamiento de las válvulas de escape, para el accionamiento de las válvulas de escape 34; una bujía 35; un iniciador de ignición o encendido 36, el cual incluye una bobina de ignición o encendido, y que se encuentra adaptado para generar alto voltaje a ser aplicado a la bujía 35; una válvula de inyección de carburante (medios de inyección del carburante), 37, para inyectar directamente combustible al interior de la cámara de combustión, 25; un medio o medios de regulación de la presión de carburante, 38 a, para inyectar directamente el carburante, el cual incluye una cámara de acumulación de la presión de carburante; y una bomba de carburante, 38 b. Los mecanismos de accionamiento de las válvulas de admisión, 32 a, y los mecanismos de accionamiento de las válvulas de escape 34 a. se encuentran conectados al circuito de accionamiento 39.

35 Cada uno de los puertos de admisión 31, se trata de un puerto de torbellino (o puerto helicoidal) conocido, y éste se encuentra configurado de tal forma que, el aire, el cual fluye al interior de la cámara de combustión 25, vía el puerto de admisión 31, y la periferia de la correspondiente válvula de admisión 32, forman un torbellino o remolino de aire de admisión (espiral lateral) en el interior de la cámara de combustión 25, a lo largo de la superficie de pared del cilindro 21. Esto significa el hecho de que, los puertos de admisión 31, constituyen un medio o medios de generación de un torbellino o remolino.

40 La bujía 35 y el iniciador de ignición o encendido 36, constituyen el medio o medios de generación de las chispas, para generar las chispas de ignición o encendido, en el interior de la cámara de combustión 25.

45 El medio o medios de regulación de la presión del carburante, 38 a, abastece, a la válvula de inyección del carburante, 37, con carburante a alta presión, presión ésta, la cual se incrementa a medida que se incrementa la carga en (de) la combustión interna 10. La bomba de carburante 38 b, transfiere carburante, bajo presión, al medio o medios de regulación de la presión del carburante, 38 a, a partir de un depósito de carburante, no ilustrado en la figura.

50 El sistema de admisión, 40, incluye una tubería de admisión 41, la cual incluye un colector de admisión, el cual comunica con los puertos de admisión 31, y forma un paso de admisión, conjuntamente con los puertos de admisión, 31; un depósito o cámara de compensación, 42, la cual comunica con la tubería de admisión 41; un conducto de admisión 43, en donde, uno de sus extremos, se encuentra conectado a la cámara o depósito de compensación 42; y un filtro de aire 44, un compresor 81 a de un turbocargador 81, una válvula de regulación del flujo de bypass o derivación (ABV), 45, un dispositivo de refrigeración, 46, y una válvula de estrangulación (de mariposa), 47, los cuales se encuentran dispuestos, de una forma secuencial, en el conducto de admisión 43, desde la otra porción del extremo del conducto de admisión, 43, hacia un lado aguas abajo (tubería de admisión, 41).

60 El sistema de admisión 40, incluye, de una forma adicional, un paso de bypass o derivación. Un extremo del paso de bypass o derivación 48, se encuentra conectado a la válvula de regulación del flujo de la válvula de regulación del flujo de bypass o derivación 45, y el otro extremo del paso de bypass o derivación, 48, se encuentra conectado al conducto de admisión 43, en una posición la cual se encuentra localizada entre el dispositivo de refrigeración 46 y la válvula de estrangulación (válvula de mariposa) 47. La válvula de regulación del flujo del bypass o derivación, 45, cambia la apertura de una válvula, la cual se encuentra ilustrada en la figura, como respuesta a una señal de accionamiento, regulando, con ello, un flujo de aire, el cual fluye hacia el interior del dispositivo de refrigeración, 46, y un flujo de aire, el cual se deriva, a modo bypass, puenteando al dispositivo de refrigeración 46 (es decir, un flujo de aire, el cual fluye al interior del paso de derivación o bypass 48).

## ES 2 564 575 T3

5 El dispositivo de refrigeración 46, es del tipo enfriado por agua, y éste se encuentra adaptado para enfriar el aire, el cual fluye a través del conducto de admisión 43. El dispositivo de refrigeración 46, se encuentra conectado a un radiador 46 a, el cual transfiere calor, a partir del agua que se encuentra ubicada en el dispositivo de refrigeración 46, hacia la atmósfera. El dispositivo de enfriamiento 46, se encuentra conectado a una bomba de circulación, 46 b, la cual hace circular agua de refrigeración, entre el dispositivo de refrigeración 46 y el radiador 46 a.

10 La válvula de estrangulación 47, se encuentra soportada, de una forma susceptible de poder girar (rotar), en el conducto de admisión 43, y ésta se acciona mediante el dispositivo de actuación de la válvula de estrangulación, 47 a, variando, con ello, el área de sección transversal de la apertura de un paso de admisión.

15 El sistema de escape 50, incluye una tubería de escape 51, la cual incluye un colector de escape, el cual comunica con los puertos de escape, 33, y forma un paso de escape, conjuntamente con los puertos de escape 33; una turbina 81 b del turbocargador (supercargador o medio de supercarga) 81, la cual se encuentra dispuesta en la tubería de escape 51; un paso de la compuerta de residuos, 52, cuyos extremos opuestos, se encuentran conectados a la tubería de escape, 51, aguas arriba y aguas debajo de la turbina 81 b, de tal forma que se puentea, a modo de derivación o bypass, la turbina 81 b; una válvula de regulación de la presión de supercarga, 52 a, la cual se encuentra dispuesta en el paso de la compuerta de residuos, 52; y un convertidor catalítico (catalizador), de 3 vías, 53, el cual se encuentra dispuesto en la tubería de escape 51, aguas debajo de la turbina 81 b.

20 La turbina 81 b del turbocargador 81, se hace girar, en movimiento rotativo, mediante la energía del gas de escape, haciendo girar mediante ello, de una forma rotativa, el compresor 81 a del sistema de admisión 40 para comprimir aire. Como resultado de ello, el turbocargador 81, comprime aire, en el paso de admisión, y mediante ello, se produce la supercarga de la cámara de combustión 25.

25 A continuación, la estructura de la cámara de combustión 25, y las porciones asociadas, se describirán en detalle, haciendo referencia a las figuras 2 y 3. La figura 2, es una vista en sección de la cámara de combustión 25, y las porciones asociadas, según se seccionan mediante un plano, el cual incluye el eje del cilindro 21. La figura 3, es una vista frontal de la superficie de la parte superior del pistón 22.

30 Tal y como se muestra en la figura 2, una superficie de la parte del fondo 30 a, de la sección de la cabeza del cilindro, 30, es similar, en cuanto a lo referente a su forma, a la correspondiente a la superficie de la parte del fondo de un cabeza del cilindro, lo cual constituye una así denominada cámara de combustión del tipo de "pent roof". Tal y como se muestra en la figura 3, un cilindro individual (cámara de combustión 25), tiene dos válvulas de admisión 32, y dos válvulas de escape 34. Esto significa el hecho de que, el motor de combustión interna, 10, se trata de un así denominado "motor de 4 válvulas".

35 Tal y como se muestra en la figura 2, una porción circunferencial de una superficie superior 22 a del pistón 22, se encuentra inclinada a lo largo de la superficie del fondo de la cabeza del cilindro 30 a. Se encuentra formada una cavidad (hueco) 22 b, en el centro de la superficie superior 22 a, del pistón 22. La cavidad 22 b, tiene una forma de fondo redondeado, y la cual es generalmente cilíndrica. Una porción del borde, la cual sirve como una entrada de la cavidad 22 b, tiene un diámetro más pequeño que el correspondiente al diámetro máximo del interior de la cavidad 22 b. Se encuentra formada una capa de aislamiento del calor, 22 c, fabricada a base de titanio o de cerámica (una capa fabricada a base de un material, el cual tiene un valor de conductividad térmica más bajo que el correspondiente a un material (tal como, por ejemplo, el consistente en el aluminio), utilizado para formar el pistón 22), sobre una superficie de la pared (superficie) de la cavidad 22 b.

40 De una forma adicional, tal y como se muestra en las figuras 2 y 3, una porción circunferencial exterior de la cavidad 22 b, tiene una pluralidad (tres, en el presente ejemplo) de ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, para la introducción, al interior de la cavidad 22 b, de un torbellino o remolino de aire de admisión, el cual se encuentra formado por aire, el cual fluye al interior de la cámara de combustión 25. Una superficie, la cual forma cada ranura de guía del torbellino o remolino, 22 d, se encuentra inclinada. El ángulo de inclinación de la superficie inclinada, se incrementa gradualmente, a partir de un ángulo, a lo largo de la parte superior de la superficie 22 a del pistón 22, hasta un ángulo, el cual es substancialmente perpendicular a la superficie de la parte superior 22 a del pistón 22, a medida que disminuya la anchura de la ranura de guía en espiral (ranura de guía del torbellino o remolino) 22 d

45 (distancia entre el centro de la superficie de la parte superior 22 a, del pistón 22, y el perímetro exterior de la ranura de guía en espiral - del torbellino o remolino - 22 d.

50 Tal y como se muestra en la figura 3, en una vista frontal de la superficie superior 22 a del pistón 22, una de las ranuras de guía en espiral, 22 d, tiene su posición de inicio de la ranura de guía, S<sub>i</sub>, la cual se encuentra encarada a una válvula de admisión 32, y su posición final de la ranura de guía E<sub>f</sub>, encarada a otra válvula de admisión 32. A efectos de conveniencia para la explicación, a esta ranura de guía en espiral 22 d, se le denomina "ranura de guía específica en espiral".

55 La bujía 35, es una bujía saliente o en proyección, la cual se encuentra dispuesta entre dos puertos de admisión 31 (así, de este modo, entre dos válvulas de admisión 32), de tal forma que, una porción de generación de la chispa, 35 a, para generar la chispa de ignición o encendido, se encuentra dispuesta en una porción circunferencial interior de la cavidad 22 b (una porción circunferencial del interior de la cavidad 22 b). La vecindad o inmediaciones de una

porción del extremo en forma de punta de la bujía 35 (la vecindad o inmediaciones de una porción de generación de chispas, 35 a), se encuentra dispuesta de tal forma que, cuando el pistón 22 alcanza una posición cercana al centro muerto superior, sigue la ranura de guía específica en espiral anteriormente mencionada, arriba (de tal forma que se encuentre en paralelo y a lo largo con la superficie inclinada de la ranura de guía específica en espiral).

La válvula de inyección del carburante, 37, se encuentra dispuesta en la sección de la cabeza del cilindro, 30, de tal forma que, sus orificios de inyección, se encuentren expuestos a la cámara de combustión 25, en la superficie del fondo de la cabeza del cilindro, 30 a, y en la posición central de la cámara de combustión 25, y de tal forma que, un carburante de gasolina, se inyecte hacia la cavidad 22 b del pistón 22.

Tal y como se muestra en la figura 4, la cual es una vista de la sección longitudinal de una porción del extremo en forma de punta de la válvula de inyección 37, y en la figura 5, la cual es una vista frontal de una porción del extremo en forma de punta de la válvula de inyección de carburante, 37, es un inyector, el cual incluye un cuerpo de tobera, 37 a, una aguja 37 b, y un mecanismo electromagnético, el cual no se encuentra ilustrado en la figura (medio o medios de control de la elevación), el cual incluye dos solenoides.

El cuerpo de la tobera, 37 a, tiene una forma generalmente cilíndrica, y su diámetro disminuye hacia su extremo en forma de punta. Una porción del extremo en forma de punta del cuerpo de la tobera, 37 a, tiene una forma hemiesférica. El cuerpo de la tobera, 37 a, tiene un espacio, en su interior, para acomodar la aguja 37 b. Este espacio, incluye una porción de gran diámetro, 37 a1, y una porción de pequeño diámetro, 37 a2. La porción de gran diámetro 37 a1, asume una forma cilíndrica, hueca, y ésta se encuentra localizada en el lado del extremo proximal de l cuerpo de la tobera 37 a. La porción de pequeño diámetro 37 a2, asume una forma cilíndrica, hueca, la cual tiene un diámetro más pequeño que el correspondiente a la porción de gran diámetro 37 a1. La porción de pequeño diámetro 37 a2, se extiende desde una porción de gran diámetro 37 a1, hacia la porción del extremo en fonda de punta del cuerpo de la tobera 37 a. Una porción del vértice de la porción de pequeño diámetro 37 a2, tiene una porción en forma cónica.

La porción hemiesférica del extremo, en forma de punta, del cuerpo de la tobera, 37 a, tiene una pluralidad (cuatro, en el caso del presente ejemplo) de orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, y una pluralidad (ocho, en el caso del presente ejemplo) de orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d.

El número de orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, es más grande, que el número de orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c. A la pluralidad de orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, se la denomina, de una forma colectiva, grupo de orificios de inyección de ángulo estrecho, y a la pluralidad de orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, se la denomina, de una forma colectiva, grupo de orificios de inyección de ángulo ancho.

Los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, se encuentran radialmente formados en el cuerpo de la tobera, 37 a en las vecindades o inmediaciones del extremo en forma de punta del cuerpo de la tobera, 37 a. La pluralidad de orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, se encuentran dispuestos, de una forma ordenada, distanciados de una forma equidistante, los unos con respecto a los otros. Los ejes de cada uno de los orificios de inyección en ángulo estrecho, 37 c, y el eje del cuerpo de la tobera, 37 a, forman un ángulo  $\theta_1$ .

Los orificios de inyección en ángulo ancho, 37 d, se encuentran radialmente formados, en el cuerpo de la tobera, 37 a, sobre un área más próxima al extremo proximal, con respecto a los orificios de inyección en ángulo estrecho 37 c. La pluralidad de orificios de inyección en ángulo ancho, 37 d, se encuentran dispuestos, de una forma ordenada, de una forma equidistantemente distanciada los unos con respecto a los otros. El eje de cada uno de los orificios de inyección en ángulo estrecho, 37 d, y el eje del cuerpo de la tobera, 37 a, forman un ángulo  $\theta_2$ . El ángulo  $\theta_2$ , es mayor que el ángulo  $\theta_1$ . Los orificios de inyección en ángulo ancho, 37 d, son más pequeños, en cuanto a lo referente a su diámetro, que los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c.

La aguja 37 b, incluye una porción de la base, cilíndrica, 37 b1, y una porción del extremo, en forma de punta, 37 b2. El diámetro de la porción de la base, 37 b1, es ligeramente más pequeño, que el correspondiente al diámetro grande de la porción 37 a1. La porción de la base 37 b1, se encuentra acomodada en la porción de diámetro grande, 37 a1. El diámetro de la porción del extremo, en forma de punta, 37 b2, es ligeramente más pequeño que el correspondiente a la porción de pequeño diámetro 37 a2. De una forma correspondientemente en concordancia, el diámetro de la porción del extremo en forma de punta, 37 b2, es más pequeño que el diámetro correspondiente a la porción de la base 37 b1. La porción del extremo en forma de punta 327 b2, se encuentra formado de tal forma que ésta se proyecte desde la porción de la base, 37 b1, hacia el extremo en forma de punta de la aguja, 37 b, y ésta se encuentra acomodada en la porción de pequeño diámetro 37 a2.

Una porción del vértice de la porción del extremo en forma de punta, 37 b2, de la aguja 37 b, tiene la forma de un cono truncado. Cuando la aguja 37 b, no es encuentra levantada, una porción circunferencial (porción del borde) de la superficie superior (superficie de la parte superior) del cono truncado, se apoya en la superficie de la superficie de la pared interior, la cual forma una porción del vértice, cónica, de la porción de pequeño diámetro 37 a2, del cuerpo de la tobera, 37 a. Así, de este modo, cuando la aguja 37 b, no se encuentra levantada, se forma un espacio cerrado S, entre la superficie superior de la porción del extremo en forma de punta, 37 b2, de la aguja 37 b, y la porción del vértice, cónica, de la porción de pequeño diámetro 37 a2 del cuerpo de la tobera, 37 a.

Así, de este modo, se forma un paso de carburante, 37 b3, el cual tiene un pequeño diámetro, en la aguja 37 b, a lo largo del eje de la aguja 37 b, y se establece una comunicación entre una sección de suministro de carburante, la cual no se encuentra ilustrada en la figura, y que se encuentra localizada sobre el mismo lado que la porción de base 37 b1, en la superficie superior de la porción del extremo en forma de punta, 37 b2, de la aguja 37 b. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando la aguja 37 b no se encuentra levantada, se abre un extremo distal el cual abre el paso de carburante 37 b3, únicamente hacia el interior del espacio cerrado S. Los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, se encuentran localizados por fuera del espacio cerrado S. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando la aguja 37 b, no se encuentra levantada, se corta la comunicación entre el espacio cerrado S y los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c.

Cuando se aporta energía a un primer solenoide, el cual no se encuentra ilustrado, en la figura, la aguja 37 b, se mueve hacia la posición LL, la cual se encuentra indicada, en la figura 4, por mediación de la línea discontinua. Esto significa el hecho de que, el levantamiento de la aguja 37 b, se convierte en reducido levantamiento. Esto establece la comunicación de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, con ambos, el paso para carburante, 37 b3, y el espacio cerrado S. Como contraste de ello, la comunicación de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, con ambos, el paso para el carburante, 37 b3, y el espacio cerrado S, se encuentra cortado. Como resultado de lo anteriormente expuesto, el carburante el cual se suministra al espacio cerrado S, a través del paso para el carburante, 37 b3, se inyecta únicamente a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c. Esto significa el hecho de que, cuando el levantamiento de la aguja 37 b, se encuentra levantada de una forma reducida, se establece (o se realiza) una primera condición de inyección, a un estrecho ángulo de inyección.

Cuando se aporta energía a ambos solenoides, no ilustrados en la figura, correspondientes al primer y al segundo solenoides, entonces, la aguja 37 b, se mueve hacia la posición HL, la cual se encuentra indicada mediante una línea discontinua de trazos largos y de trazos cortos, alternados, en la figura 4. La posición HL, se encuentra localizada en una posición más cercana al extremo proximal del cuerpo de la tobera, 37 a, que la posición LL. Esto significa el hecho de que, el levantamiento de la aguja 37 b, se convierte en un levantamiento alto. Esto establece la comunicación de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, con ambos, el paso para el carburante, 37 b3, y el espacio cerrado, S, y la comunicación de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, con ambos, el paso para el carburante, 37 b3, y el espacio cerrado S. Como resultado de lo anteriormente expuesto, el carburante el cual se suministra al espacio cerrado S, a través del paso para el carburante, 37 b3, se inyecta, a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, y a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d. Esto significa el hecho de que, cuando el levantamiento de la aguja 37 b, se encuentra levantada de una forma alta, se establece (o se realiza) una segunda condición de inyección, en la cual, el carburante, se inyecta al ángulo estrecho de inyección, y a un ángulo de inyección ancha, el cual es mayor que el ángulo de inyección estrecho.

Con referencia, otra vez, a la figura 1, el motor de combustión interna, 10, incluye un caudalímetro del flujo de aire, 61, un sensor de la posición del cigüeñal, 62, y un sensor de la presión de los cilindros, 63, el cual sirve como un medio de detección de la presión de los cilindros, un sensor de la temperatura del agua de refrigeración, 64, y sensor de apertura del acelerador, 65, y una unidad del control eléctrico, 70.

El caudalímetro para la medición del flujo de aire, 61, proporciona una señal de salida, la cual es indicativa del caudal de flujo del aire de admisión. El sensor de la posición del cigüeñal, 62, proporciona una señal de salida, la cual tiene un estrecho impulso, cada 10° de rotación del árbol del cigüeñal, 24, y un amplio impulso, cada 360° de rotación del cigüeñal 24. Esta señal, representa un velocidad del motor NE. El sensor de la presión de los cilindros, 63, proporciona una señal de salida, la cual es indicativa de la presión (presión del cilindro) P, en la cámara de combustión interna, 25. El sensor de la temperatura del agua de refrigeración, 64, proporciona una señal de salida, la cual es indicativa de la temperatura de salida del agua de refrigeración THW, del motor de combustión interna 10. El sensor de la apertura del acelerador, 65, proporciona una señal de salida, la cual es indicativa de un recorrido de desplazamiento Accp del pedal del acelerador, 66, operado por parte de un conductor.

La unidad del control eléctrico, 70, es una microcomputadora (microordenador), la cual incluye una CPU (unidad central de procesado), 71, la cual ejecuta unos programas predeterminados; una ROM (memoria de sólo lectura) 72, en la cual, se ha procedido a almacenar previamente los programas los cuales deben ejecutarse por parte de la CPU 71, las tablas (tabla de búsqueda de datos y mapa), las constantes, y por estilo; una RAM (memoria de acceso aleatorio) 73, en la cual la CPU 71, almacena, de una forma temporal, los datos los cuales sean necesarios; una RAM de reserva, 74, la cual almacena los datos, mientras la conexión de energía se encuentra en la posición ON (es decir, abierta), y la cual retiene los datos almacenados, mientras la conexión se encuentra en la posición OFF (es decir, cerrada), y una interfaz 75, la cual incluye un conversor AD (conversor de señal analógica / digital). La CPU 71, la ROM 72, y la RAM 73, la RAM de reserva 74, la interfaz 75, etc., se encuentran conectadas, entre ellas, mediante un bus de conexión.

La interfaz 75, se encuentra conectada a los sensores 61 a 65; ésta suministra a la CPU 71, las señales procedentes de los sensores 61 a 65; y envía señales de accionamiento al iniciador de ignición o encendedor, 36, a la válvula de inyección del carburante, 37, al medio de regulación de la presión del carburante, 38 a, a la bomba de carburante, 38 b, al circuito de accionamiento, 39, al dispositivo de accionamiento de la válvula de estrangulación, 47 a, a la válvula de regulación del flujo de la derivación o bypass, 45, y a la válvula de regulación de la presión de supercarga, 52 a, en base a las instrucciones proporcionadas por la CPU 71.

Tal y como se muestra en la figura 6, el motor de combustión interna, 10, incluye un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, F2, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión mediante autoignición o autoencendido por difusión, F4, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión mediante autoignición de carga estratificada, en el momento de arranque / en frío, F5, y un medio o medios de operación de cambio o conversión, G1. Las funciones de este medio o medios, se llevan a cabo mediante ejecuciones de programas predeterminados asociados, mediante la CPU 71 de una unidad eléctrica de control, 70. De una forma correspondientemente en concordancia, se proporcionará, a continuación, una descripción, de cómo se implementan, mediante este medio o medios, las operaciones que realiza de una forma efectiva, la CPU 71.

El medio o medios de cambio de las operaciones (conversión) G1, tiene un mapa de las regiones de operaciones, el cual se muestra en la figura 7, en la ROM 72. El medio o medios de cambio de las operaciones, G1, determina una región de operación, en base a la carga sobre el (del) motor de combustión interna 10, la velocidad del motor, NE, y el mapa de las regiones de operaciones. El medio o medios de cambio de operaciones, G1, realiza una operación, en concordancia con un modo de operación correspondiente a una región de operación determinada. La carga sobre el (del) motor de combustión interna, 10, puede ser la correspondiente a un torque o par motor requerido  $T_{tgt}$ , el cual se determina mediante un recorrido Accp del pedal del acelerador, 66, y la velocidad del motor, NE, o ésta puede ser meramente el recorrido Accp del pedal del acelerador, 66.

En concordancia con el mapa de las regiones de operaciones el cual se muestra en la figura 7, una región de carga muy ligera, en la cual, la carga, es más pequeña que la correspondiente a una primera carga predeterminada, corresponde a una región de operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada; una región de carga ligera, en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la primera carga, y es más pequeña que la correspondiente a una segunda carga, mayor que la primera carga y que corresponde a una región de operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga homogénea; una región de carga media, en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la segunda carga, y es más pequeña que la correspondiente a una tercera carga, mayor que la segunda carga y que corresponde a una región de operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga homogénea; una región de carga alta, en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la tercera carga, y que corresponde a una región de operación de combustión por difusión.

(Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga muy ligera)

Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga muy ligera, el medio o medios de cambio de la operación, G1, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 10, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1.

El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, forma una mezcla homogénea de aire / carburante, únicamente en el interior de la cavidad 22 b (a saber, se forma una mezcla estratificada de aire / carburante, en la cámara de combustión 25, en su conjunto, como un todo), y comprime la mezcla de aire / carburante, para realizar, mediante ello, la autoignición o autoencendido del carburante y proceder a su combustión. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, opera el motor de combustión interna, 10, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 8 (A)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, finaliza la carrera de combustión y se inicia la carrera de escape.

(2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de escape, y se inicia un período de solapado negativo.

(3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, abre las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, IO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza el período de solapado negativo, y se inicia la carrera de admisión.

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de admisión, y se inicia una carrera de compresión.

(5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, mediante una cantidad predeterminada, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 10, y la velocidad del motor NE, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , el cual se encuentra dentro de la fase media de la carrera de compresión, encontrándose, el tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$  en cuestión, entre el tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga muy ligera, y el centro muerto superior de la compresión TDC. En este caso, la cantidad total de carburante a ser inyectada, es la cantidad correspondiente para conseguir un factor de relación o cociente aire / carburante, ultraajustado. De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, provoca únicamente la excitación del primer solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, se convierta en un (el) reducido levantamiento.

Como resultado de lo anteriormente expuesto, y según se muestra en la figura 9, el carburante inyectado, se estanca, de una forma substancial, en la cavidad 22 b, formando, con ello, una mezcla homogénea de aire / carburante, substancialmente, solamente en el interior de la cavidad 22 b. A continuación de ello, la mezcla de aire / carburante, se comprime, iniciándose, con ello, la carrera de combustión, en la cual se produce la autoignición o autoencendido del carburante y la combustión de éste.

De una forma correspondientemente en concordancia, incluso en una operación de carga muy ligera, en la cual, la cantidad de carburante sea pequeña, puede formarse, de una forma fidedigna, una mezcla de aire / carburante, la cual tenga una concentración lo suficientemente fuerte, como para producir la autoignición o autoencendido, en el interior de la cavidad 22 b, de tal forma que pueda llevarse a cabo un combustión por autoignición o autoencendido, la cual sea estable. Como resultado de ello, puede formarse una región de operación, en la cual, pueda llevarse a cabo una operación de autoignición o autoencendido, y puede expandirse, con objeto de cubrir una región de carga más ligera, eliminándose, con ello, la necesidad de realizar una operación de combustión por ignición o encendido mediante chispa, en tal tipo de región de carga ligera. Así, por lo tanto, las emisiones de  $NO_x$ , pueden reducirse más, y puede así, de este modo, incrementarse la economía de carburante.

La cavidad 22 b, tiene una forma de fondo cerrado y generalmente cilíndrico, y ésta se encuentra formada, de tal forma que, una porción del borde la cual sirve como una entrada de la cavidad, tiene un diámetro, el cual es más pequeño que el diámetro máximo del interior de la cavidad. De una forma adicional, las ranuras de guía del remolino o torbellino (en espiral) 22 d, se encuentran formadas en la parte exterior de la porción circunferencial de la cavidad, 22 b. Las ranuras de guía del remolino o torbellino 22 d, se encuentran adaptadas para introducir, al interior de la cavidad 22 b, un torbellino o remolino de de aire, el cual se genera por parte del aire tomado e introducido hacia al interior de la cámara de combustión 25, y el cual se arremolina a lo largo de la superficie de la pared del orificio, del cilindro. Así, de este modo, el torbellino o remolino, puede introducirse de una forma eficiente, al interior de la cavidad 22 b, por mediación de las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d.

Puesto que, el radio del remolino o torbellino del aire de admisión, se convierte en más pequeño, puede intensificarse el flujo del remolino o torbellino. Como resultado de ello, puede formarse, de una forma fidedigna, una mezcla de aire / carburante, de una forma substancial, únicamente en el interior de la cavidad 22 b, de tal forma que se pueda restringir la generación de  $NO_x$ .

Mientras tanto, el carburante, se inyecta en la primera condición de inyección, en la cual, el carburante, se inyecta en un estrecho ángulo de inyección. En la fase media de la carrera de compresión, en la cual se inyecta el carburante, se encuentra presente una distancia relativamente grande, entre la válvula de inyección del carburante, 37, y la superficie de la parte superior del pistón, 22, sobre la cual se encuentra formada la cavidad 22 b. Así, de este modo, mediante la inyección del carburante, en una forma cónica (es decir, en la forma de un cono), la cual tiene un ángulo vertical estrecho, de la misma forma que en la configuración anteriormente mencionada, arriba, el carburante inyectado, puede introducirse, de una forma fidedigna, al interior de la cavidad 22 b, y estancarse en el interior de la citada cavidad 22 b.

De una forma adicional, los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, son mayores, en diámetro, que el correspondiente al tamaño del diámetro de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, y el número de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, es más pequeño que el correspondiente al número de orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d. De una forma adicional, puesto que la carga del motor de combustión interna, es pequeña, la presión del carburante, regulada mediante el medio o medios de regulación de la presión del carburante, 38 a, es relativamente baja. De una forma correspondientemente en concordancia, las gotitas de carburante inyectadas a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, se convierten en relativamente grandes, en cuanto a lo referente a su diámetro, de tal forma que, el carburante, pueda alcanzar, de una forma fidedigna, el interior de la cavidad 22 b. Como resultado de ello, puesto que la cantidad de carburante la cual se encuentra presente en la parte exterior de la cavidad 22 b, y que no contribuye a la combustión por autoignición o

autoencendido, puede reducirse, puede por lo tanto restringirse la generación de HC (hidrocarburos) no quemados, y puede con ello incrementarse la economía de carburante.

(Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga ligera)

5 Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga ligera, el medio o medios de cambio de la operación, G1, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, F2, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 10, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2.

15 El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante compresión de la premezcla de carga, F2, premezcla el aire, tomado e introducido hacia el interior de la cámara de combustión 25, y el carburante inyectado al interior de la cámara de combustión 25, a partir de la válvula de inyección 37, para formar, con ello, y comprimir, una mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante, en el interior de la cámara de combustión 25, de tal forma que se inicie la combustión por autoignición o autoencendido del carburante. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la combustión de la premezcla de carga, F2, opera el motor de combustión interna, 10, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 8 (B)).

20 (1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, finaliza la carrera de combustión y se inicia la carrera de escape.

25 (2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la combustión de la premezcla de carga, F2, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de escape, y se inicia un período de solapado negativo. El tiempo de cierre de la válvula de escape, EC, para carga ligera, se ajusta de tal modo que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape EC, para carga muy ligera.

30 (3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, inyecta un pequeña cantidad de carburante, a partir de la válvula de inyección del carburante, 37, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj} 1$ , cercano al centro muerto superior de escape

35 (4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, abre las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para la carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, IO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera del período de solapado negativo, y se inicia una carrera de compresión. El tiempo de apertura la válvula de admisión, IO, para carga ligera, se ajusta para adelantar (es decir, para que se avance) el tiempo de apertura de la válvula de admisión, IO, para la carga muy ligera.

40 (5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, a un tiempo sincronizado, cuando un remolino o torbellino de aire tomado e introducido al interior de la cámara de combustión, 25, corresponde al más potente, a saber, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj} 2$ , que se encuentra dentro de una fase temprana y / o una fase media de la carrera de admisión, entre el tiempo de apertura de la válvula de admisión IO, para carga ligera, y un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para la carga ligera, que se mencionará posteriormente, más abajo. En ese momento, la cantidad de carburante a ser inyectada, es la correspondiente a la diferencia obtenida mediante la substracción de la pequeña cantidad,  $f_s$ , de una cantidad predeterminada, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 10, y la velocidad del motor, NE. Tómese debida nota, en este caso, en cuanto al hecho de que, la cantidad total de carburante a ser inyectado, es la cantidad correspondiente para conseguir un factor de relación o cociente aire / carburante, ultraajustado.

45 De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, provoca la excitación de ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, alcance el alto levantamiento. Como resultado de ello, el carburante, se inyecta de la forma la cual se muestra en la figura 10.

60 (6) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de

las válvulas de admisión, IC, para la carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de admisión, y se inicia una carrera de compresión. La mezcla homogénea de aire / carburante, se comprime, iniciándose, con ello una carrera de combustión, en la cual, se produce el autoencendido o autoignición del carburante, y su combustión.

5 En virtud del ajuste del tiempo de sincronización de la inyección del carburante, tal y como se ha mencionado anteriormente, arriba, un fuerte torbellino o remolino de aire de admisión, agita la mezcla de aire / carburante. Así mismo, también, en virtud de la forma anteriormente mencionada, arriba, de la cavidad 22 b, y la presencia de las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, la mezcla de aire / carburante la cual se encuentra presente en el exterior de la cavidad 22 b, puede tomarse e introducirse, de una forma eficiente, al interior de la cavidad 22 b. Así, por lo tanto, la totalidad del aire presente en el interior de la cámara de combustión 25, se utiliza para formar una mezcla homogénea de aire / carburante. Como resultado de lo anteriormente expuesto, las emisiones de NO<sub>x</sub>, pueden reducirse todavía más, y puede mejorarse la eficiencia térmica (economía del carburante).

15 Mientras tanto, el carburante, se inyecta en la segunda condición de inyección, en la cual, el carburante se inyecta en ambos ángulos de inyección es decir, en el ángulo de inyección estrecho, y en el ángulo de inyección ancho, mayor que el ángulo de inyección estrecho, en la fase temprana y / o la fase media de la carrera de admisión, a la cual, el remolino o torbellino de aire, se convierte en el más potente. De una correspondientemente en concordancia, el carburante inyectado, alcanza la región global de la cámara de combustión 25, y se agita, mediante el potente flujo del torbellino o remolino de aire, en el interior de la cámara de combustión 25. Así, de este modo, el aire el cual se encuentra presente en el interior de la cámara de combustión 25, se utiliza para formar una mezcla homogénea de aire / carburante, de tal forma que, las emisiones de NO<sub>x</sub>, puedan reducirse todavía más, y que pueda mejorarse la eficiencia térmica (economía del carburante).

25 De una forma adicional, el carburante, se inyecta así mismo, también, a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, teniendo, cada uno de ellos, un diámetro relativamente pequeño. Las gotitas de carburante, que tienen, cada una de ellas, un pequeño diámetro de las gotitas, y que se inyectan en un ángulo ancho, se agitan, al mismo tiempo que fluyen sobre el flujo del torbellino o remolino. Como resultado de ello, el aire y el carburante los cuales se encuentran en el interior de la cámara de combustión, 25, se mezclan, de una forma suficiente, por mediación de las gotitas de carburante, teniendo, cada una de ellas, un pequeño diámetro de la gotita, y se inyectan, en ángulo ancho, como resultado de la inyección procedente de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, así como las gotitas de carburante, que tienen, cada una de ellas, un diámetro de gotita ancho, y que se inyectan en el ángulo estrecho, como resultado de la inyección procedente de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c. Así, de este modo, la totalidad del aire el cual se encuentra presente en el interior de la cámara de combustión, 25, se utiliza para formar una mezcla homogénea de aire / carburante, de tal forma que, las emisiones de NO<sub>x</sub>, puedan reducirse todavía mas, y que pueda mejorarse la eficiencia térmica (economía del carburante).

(Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga media)

40 Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga media, el medio o medios de cambio de la operación, G1, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 10, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3.

45 El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, premezcla el aire, tomado e introducido hacia el interior de la cámara de combustión 25, y el carburante inyectado al interior de la cámara de combustión 25, a partir de la válvula de inyección 37, para formar, con ello, y comprimir, una mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante, en el interior de la cámara de combustión 25, de tal forma que se inicie la combustión por autoignición o autoencendido de la mezcla homogénea de aire / carburante, por mediación de una chispa de ignición a encendido, generada mediante la bujía 35, la cual sirva como el medio o medios de generación de chispas, para iniciar, mediante ello, la combustión del carburante, mediante ignición o encendido por chispa. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, opera el motor de combustión interna, 10, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 8 (C)).

60 (1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga media, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, finaliza la carrera de combustión y se inicia la carrera de escape.

65 (2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de escape, y se inicia un período de solapado negativo. El tiempo de cierre de

la válvula de escape, EC, para carga media, se ajusta de tal modo que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape EC, para carga ligera.

(3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, abre las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, IO, para carga media, variando el tiempo sincronizado de apertura IO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza el período de carga negativa, y se inicia la carrera de admisión. El tiempo de apertura de la válvula de admisión IO, para carga media, se ajusta de tal modo que se retarde el tiempo sincronizado de apertura de la válvula de escape admisión IO, para carga ligera.

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, a un tiempo sincronizado, cuando un remolino o torbellino de aire tomado e introducido al interior de la cámara de combustión, 25, corresponde al más potente, a saber, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , que se encuentra dentro de una fase temprana y / o una fase media de la carrera de admisión, encontrándose, el tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , entre el tiempo de apertura de la válvula de admisión IO, para carga media, y un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para la carga media, que se mencionará posteriormente, más abajo. En ese momento, la cantidad de carburante a ser inyectada, se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 10, y la velocidad del motor, NE, y ésta es una cantidad predeterminada para lograr un factor de relación o cociente teórico (estequiométrico) aire / carburante.

De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, provoca la excitación de ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, alcance un alto levantamiento. Como resultado de ello, el carburante, se inyecta de la forma la cual se muestra en la figura 10.

(5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de admisión, y se inicia una carrera de compresión. Con objeto de evitar los golpes o detonaciones, mediante la reducción del factor de relación o cociente efectivo, el tiempo de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga media, se ajusta de tal forma que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula, IC, para carga ligera.

(6) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, genera una chispa de ignición o encendido, a partir de la porción de generación de chispas, 35 a, de la bujía 35, en un tiempo sincronizado de ignición o encendido,  $\theta_{inj}$ , cercano al centro muerto superior, produciendo, mediante ello, la ignición o encendido por chispa, y la combustión del carburante. En ese momento, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3, determina el tiempo sincronizado de ignición o encendido,  $\theta_{inj}$ , en base a la carga del motor de combustión interna, 10, y la velocidad del motor, NE. Esta actuación inicia una carrera de combustión.

En concordancia con este modo de operación, el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, se ajusta de tal forma que se reduzca el factor de de relación o cociente efectivo de compresión, de tal forma que se eviten los golpes o detonaciones. De una forma adicional, tal y como sucede en el caso de la carga ligera, en virtud del ajuste del tiempo sincronizado de la inyección del carburante, de la forma anteriormente mencionada, arriba, de la cavidad 22 b, de la presencia de las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, y de la inyección del carburante, en la segunda condición de inyección, se forma una mezcla de aire / carburante, en el interior y en el exterior de la cavidad 22 b, y la mezcla de aire / carburante, puede tomarse, de una forma eficiente, e introducirse al interior de la cavidad 22 b. Como resultado de ello, puesto que la totalidad de aire el cual se encuentra presente en la cámara de combustión, 25, se utiliza para formar la mezcla homogénea de aire / carburante, en el interior de la cavidad 22 b, se lleva a cabo una combustión estable de ignición o encendido por chispa. Así, de este modo, las emisiones de NO<sub>x</sub>, pueden reducirse todavía más, y puede mejorarse la eficiencia térmica (economía del carburante).

(Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga alta)

Cuando el motor de combustión interna 10, se opera en la región de carga alta, el medio o medios de cambio de la operación, G1, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 10, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4.

El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, comprime, en el interior de la cámara de combustión 25, el aire, tomado e introducido hacia el interior de la cámara de combustión 25, e inyecta el carburante al interior del aire comprimido, a partir de la válvula de inyección 37, para iniciar la combustión por difusión del carburante.

Puesto que, una operación mediante la combustión por difusión, exhibe una menor probabilidad de que ocurra un golpeteo o detonación, que en una operación mediante una combustión mediante ignición o encendido por chispa, la operación mediante combustión por difusión, no requiere el reducir el factor de relación o cociente efectivo de compresión, mediante un indebido retardo del tiempo de cierre sincronizado de la válvula de admisión 32 (tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC). De una forma correspondientemente en concordancia, puesto que el motor de combustión interna, 10, puede quemar una cantidad suficiente de carburante (o mezcla de aire / carburante), en la región de carga alta, sin una combustión anormal, el motor de combustión interna, 10, puede general un alto torque o par motor. De una forma adicional, puesto que la gasolina vaporiza de una forma más rápida que lo que lo hace el diesel (gasóleo), la velocidad de la combustión por difusión, en el motor de combustión interna, es alto. Así, de este modo, el motor de combustión interna, 10, puede generar un mayor rendimiento productivo, en una región de alta velocidad del motor.

De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, opera el motor de combustión interna, 10, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 8 (D)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EO, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, finaliza la carrera de combustión y se inicia la carrera de escape.

(2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de escape, y se inicia un período de solapado negativo. El tiempo de cierre de la válvula de escape, EC, para carga alta, se ajusta de tal modo que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape EC, para carga media.

(3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, abre las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, IO, para carga alta, variando el tiempo sincronizado de apertura IO, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza el período de carga negativa, y se inicia la carrera de admisión. El tiempo de apertura de la válvula de admisión IO, para carga alta, se ajusta de tal modo que se retarde el tiempo sincronizado de apertura de la válvula de escape admisión IO, para carga media.

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 10. Con esta actuación, se finaliza la carrera de admisión, y se inicia una carrera de compresión. El tiempo de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga alta, se ajusta de tal forma que se retarde el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga media, mediante la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa. Esto es debido a hecho de que, la combustión por difusión, tiene una menor posibilidad de que ocurra una golpeteo o detonación que la correspondiente a la combustión mediante ignición o encendido por chispa.

(5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, F4, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, en un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , retardando el tiempo de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga alta, y cercano al centro muerto superior de compresión. La cantidad de carburante a ser inyectado, se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 10, y la velocidad del motor, NE, y ésta es para lograr un predeterminado factor de relación o cociente ajustado aire / carburante. De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante difusión, F4, provoca la excitación de ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, alcance un alto levantamiento. Como resultado de ello, el carburante, se inyecta de la forma la cual se muestra en la figura 11, y se inicia una carrera de combustión en la cual, el carburante, se quema, mediante la combustión por difusión.

En concordancia con este modo de operación, y puesto que, el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC (tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión IC, para carga alta), se ajusta de tal forma que se conduzca el tiempo de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga mediante una operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, el factor de relación o cociente de compresión efectivo, no disminuye de una gran forma. Así mismo, también, el carburante, se quema mediante una combustión por difusión. Como resultado de ello, puede llevarse a cabo a una combustión estable, a una alto factor de relación o cociente de compresión sin involucrar un excesivo golpeteo o detonación, de tal forma que pueda mejorarse, el torque o par motor generado por el motor de combustión interna, 10.

Así mismo, también, en virtud de la forma de la cavidad 22 b, anteriormente mencionada, arriba, y de la presencia de ranuras de guía del torbellino o remolino 22 d, se genera un fuerte flujo del torbellino o remolino. Este flujo del remolino o torbellino, facilita el mezclado de las gotitas de carburante (oxígeno), de tal forma que pueda mejorarse la utilización de aire, entre la combustión por difusión. Como resultado de ello, puede mejorarse la eficiencia térmica

del motor de combustión interna, 10. De una forma adicional, puesto que puede encontrarse presente una gran cantidad de oxígeno, alrededor de cada una de las gotitas de carburante, puede restringirse la generación de humos, de una forma efectiva.

5 De una forma adicional, el carburante, se inyecta no únicamente a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, sino también a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d. El diámetro de las gotitas del carburante inyectado a partir de los orificios de inyección de ángulo ancho, 37 d, es pequeño. Así, de este modo, las gotitas de carburante, y el aire (oxígeno), se mezclan de una forma suficiente. Como resultado de ello, puede mejorarse la eficiencia térmica del motor de combustión. De una forma adicional, puesto que puede encontrarse  
10 presente una gran cantidad de oxígeno, alrededor de cada una de las gotitas de carburante, puede restringirse, de una forma efectiva, la generación de humos.

(Cuando el motor de combustión interna, 10, se arranca, o éste se encuentra en una condición fría)

15 Cuando el motor de combustión interna 10, se arranca, o bien éste se encuentra en una condición fría, el medio de cambio de la operación, G1, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5. Así, por ejemplo, cuando una llave de ignición o encendido, la cual no se encuentra ilustrada en la figura, se cambia, en cuanto a lo referente a su posición, desde la posición OFF (de cierre), a la posición ON (de apertura), el medio de cambio o conversión, G1, determina el hecho de que, el motor de combustión interna, 10, se ha arrancado; y cuando, la  
20 temperatura del agua, THW, detectada por el sensor de la temperatura del agua caliente, 64, es igual o inferior a un valor umbral o límite de la temperatura del agua, THWth, el medio de cambio o conversión de la operación, G1, determina el hecho de que, el motor de combustión interna, 10, se encuentra en una condición fría. Así, de este modo, el motor de combustión interna, 10, se inicia o arranca en una condición fría, el motor de combustión interna, 10, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido  
25 por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5.

El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, forma y comprime una mezcla estratificada de aire / carburante, en el interior de la cavidad 22 b; y produce la ignición o enciende la mezcla estratificada de aire /  
30 carburante, por mediación de una chispa de ignición o encendido, generada por una bujía, 35, la cual sirve como medio de generación de chispas, para iniciar la combustión de ignición o encendido por chispa del carburante. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, opera el motor de  
35 combustión interna, 10, mediante la ejecución secuencial de las siguientes acciones.

(1) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, abre las válvulas de admisión, 22, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para el tiempo o momento del arranque / en frío, iniciando, con ello, una carrera de admisión.  
40

(2) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, cierra las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de cierre predeterminado de la válvula de admisión, IC, para el tiempo o momento del arranque / en frío, finalizando, con ello, la carrera de admisión, e iniciando una carrera de compresión.  
45

(3) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección del carburante, 37, en un predeterminado tiempo sincronizado de inyección, en una fase posterior, de la carrera de compresión, encontrándose comprendido, el tiempo sincronizado predeterminado de inyección, entre el  
50 tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para el momento o tiempo de arranque / en frío, y la centro muerto superior de la compresión, TDC. Esta configuración, permite el hecho de que, el carburante inyectado, se estanque en la cavidad 22 b. Así mismo, también, en ese momento, se genera un fuerte flujo en forma de torbellino o remolino, en el interior de la cavidad. De una forma correspondientemente en concordancia, por mediación de este flujo en forma de remolino o torbellino, se forma una mezcla estratificada de aire / carburante, en  
55 el interior de la cavidad 22 b.

Tómese debida nota, en cuanto al hecho de que, la cantidad de carburante a ser inyectada, en este caso, se determina en base a la temperatura del agua de refrigeración THW, y / o la carga de la máquina de combustión interna, 10, y la velocidad del motor, NE. La cantidad de carburante a ser inyectada, es una cantidad predeterminada para lograr un factor de relación o cociente teórico (estequiométrico) aire / carburante. De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, excita únicamente el primer solenoide de la válvula de inyección del carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección, 37, se convierte en un reducido levantamiento.  
60

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, comprime la mezcla de aire / carburante  
65

estratificada, formada en la cavidad 22 b, y genera una chispa de ignición o encendido, a partir de la bujía 35, la cual sirve como el medio de generación de las chispas, en predeterminado tiempo sincronizado, cerca del centro muerto superior de compresión, TDC. Mediante estas acciones, se inicia la combustión de ignición o encendido por chispa, del carburante, iniciándose, con ello, una carrera de combustión.

(5) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, abre la válvula de escape 34, en un predeterminado tiempo sincronizado de apertura de la válvula de escape, EO, para el (tiempo o momento de) arranque / en frío. Como resultado de ello, se termina la carrera de combustión, y se inicia la carrera de escape.

(6) El medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, de carga estratificada, en el (tiempo o momento de) arranque / en frío, F5, cierra la válvula de escape 34, en un predeterminado tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, EC, para el (tiempo o momento de) arranque / en frío.

Cuando el motor de combustión interna 10 se arranca en una condición fría, es improbable que suba la temperatura de una mezcla homogénea de aire / carburante. Como resultado de ello, la combustión de autoignición o autoencendido, es propensa a convertirse en inestable. Con objeto de hacer frente a este problema, tal y como sucede en la configuración anteriormente mencionada, arriba, el carburante, se inyecta a partir de la válvula de inyección, 37, en una fase posterior de la carrera de compresión, después del cierre de las válvulas de admisión, 32, y antes del centro muerto de superior de compresión, TDC. Esto facilita el hecho de que, el carburante, se estanque, de una forma substancial, en la cavidad 22 b. Así, de este modo, la mezcla estratificada de aire / carburante, se forma a lo largo de una porción circunferencial interior, de la cavidad 22 b, por mediación del fuerte remolino o torbellino de aire de admisión, el cual se genera en la cavidad 22 b, en virtud de la forma anteriormente mencionada, arriba, de la cavidad 22 b, y de la presencia de las ranuras de guía del torbellino o remolino 22 d. Entonces, la mezcla estratificada de aire / carburante, se enciende, mediante la bujía 35, cuya porción de generación de las chispas, 35 a, se encuentra localizada en la porción 35 a, en la porción circunferencial interior de la cavidad 22 b. Como resultado de ello, puede mejorarse el rendimiento del arranque del motor de combustión interna, 10, ó bien, puede llevarse a cabo una combustión de ignición o encendido por chispa, la cual sea estable, durante la condición fría.

Tal y como se ha descrito anteriormente, arriba, el motor de combustión interna, 10, en concordancia con el primer ejemplo, se opera mediante la combustión de ignición o encendido por chispa, en la región de carga media, y mediante la combustión por difusión, en la región de carga alta. Como resultado de lo anteriormente expuesto, el motor de combustión interna, 10, se encuentra exento del hecho de que acontezca un ruido excesivamente fuerte, el cual, de otro modo, resultaría de la combustión por autoignición o autoencendido, en la región de carga media, y no genera grandes variaciones de torque o par motor, asociadas con una combustión inestable, lo cual, de otro modo, resultaría de una operación de combustión por difusión, en la región de carga media.

De una forma adicional, en el motor de combustión interna, 10, la cavidad 22 b, tiene una forma de fondo redondeado, y generalmente cilíndrica, y ésta se encuentra formada de tal modo que, la porción del borde, la cual sirve como la entrada de la cavidad 22 b, tiene un diámetro más pequeño, que el correspondiente al tamaño del diámetro máximo del interior de la cavidad 22 b, y de tal modo que, las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, para introducir una admisión del torbellino o remolino de aire entrante, al interior de la cavidad 22 b, se encuentran formadas en una porción circunferencial, exterior, de la cavidad 22 b. Así mismo, también, la bujía 35, se encuentra dispuesta a lo largo de las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d.

De una forma correspondientemente en concordancia, puesto que la bujía 35 (las inmediaciones de la porción extrema en forma de punta de la bujía 35), puede disponerse en las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, la porción de generación de la chispa, 35 a, de la bujía 35, puede disponerse de una forma sencilla, en la periferia (porción circunferencial interior) de la cavidad 22 b.

De una forma adicional, la capa de aislamiento frente al calor, se encuentra formada sobre la superficie de la pared de la cavidad 22 b. Así, de este modo, puesto que, el gas de remanente en el interior de la cavidad 22 b, se convierte en un elemento cuya refrigeración o enfriamiento, es dudosa y difícil de realizar, la temperatura de la mezcla de aire / carburante, a ser sometida a la combustión por autoignición o autoencendido, puede incrementarse a un alto nivel de temperatura, mediante lo cual, la combustión por autoignición o autoencendido, puede llevarse a cabo de una forma estable. De una forma adicional, puesto que puede facilitarse la vaporización del carburante inyectado, hacia la cavidad 22 b, puede reducirse la cantidad de humo generado durante la difusión del carburante.

De una forma adicional, el motor de combustión interna, 10, incluye el turbocargador 81. En el motor de combustión interna, 10, cada medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1, cada medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, cada medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, F3, y cada medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, F4, se configura:

(1) de tal forma que se cierren las válvulas de escape, 34, antes de que se abran las válvulas de admisión, 32, generándose, con ello, un período de tiempo, el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes los cuales van desde el tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, 34, hasta el tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, 32; a saber, un período de solapado negativo, y

(2) de tal forma que se controle el tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, 32, de tal modo que, a medida que se incrementa la carga del motor de combustión interna, 10, se acorta el período de solapado negativo.

En el "período de solapado negativo (período de solapado negativo de la válvula)", el gas de combustión, se confina en el interior de la cámara de combustión, 25. El período de solapado negativo, se ajusta de tal forma que, cuanto mayor es la carga sobre el motor de combustión interna, 10, más corto es el período de solapado negativo. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando el motor de combustión interna, 10, se opera en la región de carga ligera, o en la región de carga muy ligera, la cantidad de aire a ser introducida en el interior de la cámara de combustión, 25, puede controlarse por mediación del período de carga negativa.

De una forma adicional, cuando el motor de combustión interna, se opera en una región (en la región de carga media, o en la región de carga alta), en la cual, la carga, es mayor que la carga correspondiente en la región de carga ligera, entonces, la cantidad de aire a ser introducida en el interior de la cámara de combustión, 25, se controla por mediación de un medio o medios de supercarga, mediante el supercargador y el período de solapado negativo. Como resultado de ello, puesto que la válvula de estrangulación (válvula de mariposa), 47, la cual se encuentra dispuesta en un paso de admisión del motor de combustión interna, 10, puede mantenerse, generalmente, en una forma totalmente abierta, se reduce la pérdida de energía asociada con el estrangulamiento de la válvula de estrangulación (válvula de mariposa), 47, de tal forma que pueda incrementarse la economía o ahorro de carburante del motor de combustión interna, 10.

De una forma adicional, la válvula de inyección del carburante, 37, tiene el grupo de orificios de inyección en ángulo estrecho, el cual se abre para la inyección del carburante, cuando la aguja 37 b, se encuentra en una de ambas condiciones, a saber, en bien ya sea la condición de un bajo levantamiento, o bien ya sea la condición alto levantamiento, y el grupo de orificios de ángulo ancho, el cual se abre para la inyección de carburante, únicamente cuando la aguja 37 b, se encuentra en la condición de alto levantamiento.

De una forma correspondientemente en concordancia, el carburante, puede inyectarse en la condición de inyección anteriormente mencionada, arriba (la primera condición de inyección o la segunda condición de inyección), la cual corresponda a una condición de operación, por mediación de una configuración simple. Así mismo, también, puesto que un rango dinámico (diferencia entre la cantidad mínima de inyección de carburante, y la cantidad máxima de inyección de carburante) de la válvula de inyección de carburante, 37, puede incrementarse fácilmente, el carburante, puede inyectarse en una cantidad suficiente, incluso en el momento de una carga alta.

< Forma de presentación >

A continuación, se procederá a describir un motor de combustión interna, en concordancia con la forma de presentación de la presente invención. Este motor de combustión interna, difiere del motor de combustión interna, 10, en concordancia con el primer ejemplo, únicamente en cuanto a lo referente a que se añaden las siguientes funciones, a medio de cambio de operación, G1. La descripción la cual se facilita abajo, a continuación, se centrará en la diferencia.

(Cambio, desde la operación de autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga homogénea, a la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada)

Tal y como se ha mencionado anteriormente, arriba, el medio de cambio de operación, G1, efectúa la selección, de entre los medios de ejecución de la operación, F1 a F4, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones, el cual se muestra en la figura 7, cambiando, con ello, la operación.

De una forma adicional, en el caso en donde, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, se encuentra ejecutando una operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, la cual quema una mezcla homogénea de aire / carburante, el medio de cambio de operación, G1, obtiene una presión media de los cilindros,  $P_i$ , procediendo a la valoración de la media de las presiones en los cilindros, P, las cuales se detectan mediante el sensor de la presión en los cilindros, 63, durante un período, el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde el inicio de la carrera de compresión, hasta el final de la carrera de combustión, asociado con una combustión individual. Así mismo, también, el medio de cambio de la operación, G1, obtiene una media de las presiones medias de los cilindros  $P_{iave}$  (de sus iniciales en idioma inglés), procediendo a calcular la media de las presiones medias de los cilindros,  $P_i$ , asociadas con una pluralidad de combustiones correspondientes al historial en pasado.

De una forma adicional, el medio de cambio de operaciones, G1, divide un valor absoluto de la diferencia ( $|P_i - P_{iave}|$ ) entre la media de la presión de los cilindros  $P_i$ , asociada con la combustión actual, y la media de las

presiones medias de los cilindros,  $P_{iave}$ , entre la media de las presiones medias de los cilindros,  $P_{iave}$ , obteniendo, con ello, el valor de  $\Delta P$  ( $\Delta P = (|P_i - P_{iave}| / P_{iave})$ ), el cual se basa en el valor absoluto de la diferencia ( $|P_i - P_{iave}|$ ). Cuando el medio o medios cambio de operación, G1, determina el hecho de que, la combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, se ha convertido en inestable, en base a una determinación del hecho consistente en que, el valor de  $\Delta P$ , derivado del valor absoluto de la diferencia, se encuentra en exceso, del valor predeterminado  $P_{th}$ , el medio de cambio de la operación, G1, cambia la operación, desde la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, a la operación de la combustión mediante autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de carga estratificada F1.

En concordancia con las características de esta configuración, cuando la combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, se juzga como siendo inestable, entonces, la operación, se cambia a la operación de combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, F1. Así, por lo tanto, es posible el evitar las condiciones en donde, las variaciones del torque o par motor, o por el estilo, acontecen debido a la inestabilidad en operación del motor de combustión interna.

(Cambio, desde la operación de autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, a la operación de combustión por ignición o encendido mediante chispa)

De una forma adicional, en el caso en donde, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, ejecuta la operación de la combustión por autoignición o autoencendido, mediante la compresión de la premezcla de la carga, la cual que una mezcla homogénea de aire / carburante, el medio de cambio de la operación, G1, obtiene una cantidad o valor del cambio, en la presión de los cilindros, P, por unidad de tiempo, o por unidad de ángulo del cigüeñal; a saber, una tasa de cambio de la presión de los cilindros ( $dP / dt$  ó  $dP / d\theta$ , en donde, t, es el tiempo, y  $\theta$ , es el ángulo del cigüeñal), en base a la presión de los cilindros, P, detectada mediante el sensor de la presión en los cilindros, 63. Cuando la tasa de cambio de la presión en los cilindros ( $dP / dt$  ó  $dP / d\theta$ ) se encuentra en exceso, con respecto a una tasa de cambio predeterminada,  $dP_{th}$ , entonces, el medio de cambio de la operación, G1, cambia la operación, desde la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante compresión de la premezcla de la carga, la cual quema la mezcla homogénea de aire / carburante, y se ejecuta mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de la premezcla de la carga, F2, a la operación de combustión por ignición a encendido mediante chispa, la cual quema la mezcla homogénea de aire / carburante, y se ejecuta medio o medios de ejecución de la operación de combustión por ignición o encendido mediante chispa, F3.

En concordancia con las características de esta configuración, tanto como si el ruido asociado con la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga de la mezcla homogénea de aire / carburante, o no, se juzga a partir del hecho consistente en si, la tasa del cambio de la presión de los cilindros ( $dP / dt$  ó  $dP / d\theta$ ), se encuentra en exceso, o no, con respecto a la tasa de cambio predeterminada  $dP_{th}$ . Cuando se juzga (es decir, se determina) el hecho de que, el ruido asociado con la combustión de la mezcla homogénea de aire / carburante, por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, es excesivo, en base a la determinación de que, la tasa de cambio de la presión en los cilindros ( $dP / dt$  ó  $dP / d\theta$ ), se encuentra en exceso, con respecto a una tasa de cambio predeterminada,  $dP_{th}$ , la operación, se cambia, desde la operación de la combustión por autoignición o autoencendido, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, F2, a la operación de combustión por ignición o encendido por chispa, mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por ignición o encendido por chispa, F3. así, por lo tanto, puede evitarse la generación de un ruido excesivo.

(Cambio, desde la operación de ignición o encendido por chispa, la cual quema una mezcla homogénea de aire / carburante, a la operación de combustión por difusión)

De una forma adicional, cuando el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, F3, se encuentra ejecutando la operación de la combustión o encendido por chispa, entonces, el medio de cambio de la operación, G1, detecta un golpeteo o detonación, en base a la presión en los cilindros, detectado mediante el sensor de la presión en los cilindros, 63. Así, por ejemplo, el medio de cambio de la operación, G1, detecta, como una variación del cambio de presión en los cilindros,  $\Delta P_h$ , un valor absoluto de la diferencia entre un valor mínimo local  $P_{small}$ , de la presión de los cilindros, y un valor local máximo  $P_{large}$ , de la presión de los cilindros, la cual aparece inmediatamente, después del valor local mínimo  $P_{small}$ , durante un período de tiempo, en el cual, la presión máxima de los cilindros, P, se cierra al valor máximo  $P_{max}$ . Cuando la variación de la presión en los cilindros,  $\Delta P_h$ , se encuentra en exceso, con respecto a un valor de umbral o límite predeterminado (tal como, por ejemplo, una predeterminada fracción del valor máximo  $P_{max}$ ), entonces, el medio de cambio de la

operación, G1, determina el hecho de que a acontecido un golpeteo de detonación (a dicho efecto, hacemos referencia, por ejemplo, a la patente japonesa JP 2004 – 184 228 A).

A continuación, el medio de cambio de la operación, G1, obtiene una frecuencia de la aparición del golpeteo o detonación (un valor indicativo de cómo se ha detectado, varias veces, el golpeteo o detonaciones, durante una combustión individual) en base a los golpeteos o detonaciones detectados. Cuando la frecuencia obtenida de los golpeteos o detonaciones que hayan acontecido, se encuentra en exceso, con respecto a una frecuencia predetermina, entonces, el medio de cambio de las operación, G1, cambia la operación, desde el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por ignición o encendido por chispa, F3, a la operación de la combustión mediante difusión, mediante el medio o medios de ejecución de la operación mediante la combustión por difusión, F4.

En concordancia con las características de esta configuración, antes de que la frecuencia del golpeteo o detonaciones se convierta en excesiva, la operación, se cambia, desde la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, a la operación de combustión por difusión. Así, por lo tanto, es posible el evitar el que acontezca un golpeteo o detonaciones, de una forma excesivamente frecuente. Debería tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, el medio de cambio de la operación, G1, puede detectar los golpeteos o detonaciones, mediante la utilización de un sensor de golpeteo o detonaciones conocidos, el cual detecte el golpeteo o detonaciones, en base a la vibración del motor de combustión interna.

**< Segundo ejemplo >**

A continuación, se describirá un motor de combustión interna, en concordancia con un segundo ejemplo. Este motor de combustión interna, tiene una configuración similar, que la correspondiente al motor de combustión interna, 10. Sin embargo, no obstante, este motor de combustión interna, es un motor de combustión interna, de 2 ciclos, el cual se encuentra configurado de tal forma que, éste realice una operación de 2 ciclos, en la cual, cada 360 grados de ángulo de cigüeñal, se inicia una carrera de escape, mediante el establecimiento de la comunicación entre la cámara de combustión 25, y los puertos de escape, 33 (mediante la apertura de las válvulas de escape 34), mientras que, la comunicación, se corta mediante el cierre de las válvulas de admisión 32, entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión 31, los cuales se encuentran configurados de tal forma que éstos generen un torbellino o remolino de aire de admisión, en el interior de la cámara de combustión 25; a continuación, se inicia una carrera de barrido, mediante el establecimiento de la comunicación entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión 31 (mediante la apertura de las válvulas de admisión 32); a continuación, se inicia una carrera de admisión, mediante el corte de la comunicación, entre la cámara de combustión 25 y los puertos de escape 33 (mediante el cierre de las válvulas de escape 34); a continuación, se inicia una carrera de compresión, mediante el corte de la comunicación, entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión 31 (mediante el cierre de las válvulas de admisión 32); y subiguientemente, se inicia una carrera de combustión.

Tal y como se muestra en la figura 12, un motor de combustión interna, 90, del tipo anteriormente mencionado, arriba, incluye un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, H2, un medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, y un medio o medios de operación de cambio o conversión, G2. Las funciones de este medio o medios, se llevan a cabo mediante ejecuciones de programas predeterminados asociados, mediante la CPU 71 de una unidad eléctrica de control, 70. De una forma correspondientemente en concordancia, se proporcionará, a continuación, una descripción, de cómo se implementan, mediante este medio o medios, las operaciones que realiza de una forma efectiva, la CPU 71.

El medio o medios de cambio de las operaciones (conversión) G2, tiene un mapa de las regiones de operaciones, el cual se muestra en la figura 13, en la ROM 72. El medio o medios de cambio de las operaciones, G2, determina una región de operación, en base a la carga sobre el (del) motor de combustión interna 90, la velocidad del motor, NE, y el mapa de las regiones de operaciones. El medio o medios de cambio de operaciones, G2, realiza una operación, en concordancia con un modo de operación correspondiente a una región de operación determinada. La carga del motor de combustión interna, 90, puede ser la correspondiente a un torque o par motor requerido  $T_{qgt}$ , el cual se determina mediante un recorrido Accp del pedal del acelerador, 66, y la velocidad del motor, NE, o ésta puede ser meramente el recorrido Accp del pedal del acelerador, 66.

En concordancia con el mapa de las regiones de operaciones el cual se muestra en la figura 13, una región de carga muy ligera, en la cual, la carga, es más pequeña que la correspondiente a una primera carga predeterminada, corresponde a una región de operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada; una región de carga ligera y una región de carga media (región de carga ligera / media), en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la primera carga, y es más pequeña que la correspondiente a una tercera carga, mayor que la primera carga y que corresponde a una región de operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga homogénea; y una región de carga alta, en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la tercera carga, y que corresponde a una región de combustión por difusión.

(Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga muy ligera)

5 Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga muy ligera, el medio o medios de cambio de la operación, G2, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 90, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1.

10 El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, forma una mezcla homogénea de aire / carburante, de una forma substancial, únicamente en el interior de la cavidad 22 b (a saber, se forma una mezcla estratificada de aire / carburante, en la cámara de combustión 25, en su conjunto, como un todo), y comprime la mezcla de aire / carburante, para, mediante ello, realizar la autoignición o autoencendido del carburante y proceder a su combustión. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, opera el motor de combustión interna, 90, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 14 (A)).

15 (1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia una carrera de escape, en la cual, el gas de combustión, se descarga, desde la cámara de combustión, 25, a través de los puertos de escape, 33.

20 (2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, abre las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, IO, en base a la carga a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia la carrera de barrido, mediante la cual, fluye aire al interior de la cámara de combustión 25, a través de los puertos de admisión 31, y en la cual, el aire que fluye al interior de las cámaras de combustión, descarga el gas de combustión, desde la cámara de combustión, 25, a través de los puertos de escape 33.

25 (3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, cierra las válvulas de escape 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se finaliza la carrera de barrido y se inicia una carrera de admisión.

30 (4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia una carrera de carrera de compresión.

35 (5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, en una cantidad predeterminada, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 90, y la velocidad del motor NE, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , el cual se encuentra dentro de la fase media de la carrera de compresión, encontrándose, el tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$  en cuestión, entre el tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga muy ligera, y el centro muerto superior de la compresión TDC. En este caso, la cantidad total de carburante a ser inyectada, es la cantidad correspondiente para conseguir un factor de relación o cociente aire / carburante, ultraajustado. De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, H1, provoca únicamente la excitación del primer solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, se convierta en un reducido levantamiento.

40 Como resultado de lo anteriormente expuesto, y según se muestra en la figura 9, el carburante inyectado, se estanca, de una forma substancial, en la cavidad 22 b. Así, de este modo, se forma, con ello, una mezcla homogénea de aire / carburante, substancialmente, solamente en el interior de la cavidad 22 b. A continuación de ello, la mezcla de aire / carburante, se comprime, iniciándose, después de ello, una carrera de combustión, en la cual se produce la autoignición o autoencendido del carburante y la combustión de éste.

45 De una forma correspondientemente en concordancia, incluso en una operación de carga muy ligera, en la cual, la cantidad de carburante sea pequeña, puede formarse, de una forma fidedigna, una mezcla de aire / carburante, la cual tenga una concentración lo suficientemente fuerte, como para producir la autoignición o autoencendido, en el interior de la cavidad 22 b, de tal forma que pueda llevarse a cabo un combustión por autoignición o autoencendido, la cual sea estable. Como resultado de ello, una región de operación, en la cual, pueda llevarse a cabo una operación de autoignición o autoencendido, puede expandirse a una región de carga más ligera. Así, por lo tanto, no es necesario el llevar a cabo una operación de combustión mediante ignición por chispa, en tal tipo de región de carga muy ligera, y así, de este modo, las emisiones de NO<sub>x</sub>, pueden reducirse más, y puede así, de este modo, incrementarse la economía de carburante.

Así, mismo, también, en virtud de la forma anteriormente mencionada, arriba, de la cavidad 22 b, y las ranuras de guía del torbellino o remolino, 22 d, puede tomarse, de una forma eficiente, un aire de admisión, hacia el interior de la cavidad 22 b. Así, de este modo, puesto que el radio de arremolinado del remolino o torbellino de aire de admisión se convierte en pequeño, puede intensificarse el flujo del remolino o torbellino. Como resultado de ello, puede formarse fácilmente una mezcla de homogénea de aire / carburante, substancialmente, únicamente en el interior de la cavidad 22 b, de tal forma que pueda restringirse la generación de NO<sub>x</sub>.

Mientras tanto, el carburante, se inyecta en la primera condición de inyección, en la cual, el carburante, se inyecta en un estrecho ángulo de inyección. En la fase media de la carrera de compresión, en la cual se inyecta el carburante, se encuentra presente una distancia relativamente grande, entre la válvula de inyección del carburante, 37, y la superficie de la parte superior del pistón, 22, sobre la cual se encuentra formada la cavidad 22 b. Así, de este modo, mediante la inyección del carburante, en una forma cónica (es decir, en la forma de un cono), la cual tiene un ángulo vertical estrecho, de la misma forma que en la configuración anteriormente mencionada, arriba, el carburante inyectado, puede introducirse, de una forma fidedigna, al interior de la cavidad 22 b.

De una forma adicional, puesto que el carburante se inyecta a partir de los orificios de inyección de ángulo estrecho, 37 c, teniendo, cada uno de ellos, el diámetro grande, las gotitas de carburante inyectadas, se convierten en relativamente grandes, en cuanto a lo referente a su diámetro. Así, de este modo, el carburante, pueda alcanzar, de una forma fidedigna, el interior de la cavidad 22 b. Como resultado de ello, puesto que la cantidad de carburante la cual se encuentra presente en la parte exterior de la cavidad 22 b, y que no contribuye a la combustión por autoignición o autoencendido, puede reducirse, puede por lo tanto restringirse la generación de HC (hidrocarburos) no quemados, y puede con ello incrementarse la economía de carburante.

(Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga ligera / media)

Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga ligera / media, el medio o medios de cambio de la operación, G2, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, H2, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 90, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2.

El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante compresión de la premezcla de carga, H2, forma y comprime una mezcla homogénea de aire / carburante, en el interior de la cámara de combustión 25, para iniciar, mediante ello, la combustión del carburante, mediante autoignición o autoencendido. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la combustión de la premezcla de carga, H2, opera el motor de combustión interna, 90, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 14 (B)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga ligera / media, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, finaliza la carrera de combustión y se inicia la carrera de escape.

(2) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la combustión de la premezcla de carga, H2, abre las válvulas de admisión 32 en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para la carga ligera / media, variando, el tiempo sincronizado de apertura IO, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se finaliza la carrera de escape, y se inicia la carrera de barrido.

(3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección del carburante, 37, en una predeterminada cantidad, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna 90, y la velocidad del motor, NE, en un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , en el cual, un remolino o torbellino de aire, que se toma y se introduce en el interior de la cámara de combustión, 25, cercano al centro muerto superior de escape, es el más fuerte, durante un transcurso de tiempo el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes los cuales abarcan desde el establecimiento de la comunicación, entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión, 31, para el corte de la comunicación (durante un período de tiempo el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes los cuales van desde la apertura de las válvulas de escape, hasta el cierre de las válvulas de admisión 32).

La cantidad total de carburante a ser inyectado, en este caso, es para la consecución de un factor de relación o cociente ajustado aire / carburante. De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2, excita ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección del carburante, 37, de tal forma

que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección, 37, se convierte en un alto levantamiento. Así, de este modo, el carburante, se inyecta de la forma la cual se muestra en la figura 10.

5 Puesto que, el tiempo de sincronización de la inyección del carburante, se ajusta tal y como se ha mencionado anteriormente, arriba, y el carburante, se inyecta en concordancia con la segunda condición, el carburante inyectado, alcanza la región entera del cámara de combustión 25, y éste se agita mediante un fuerte flujo del torbellino o remolino del aire de admisión, en el interior de la cámara de combustión, 25. De una forma adicional, puesto que la cavidad 22 b, se encuentra formada de tal modo que, la mezcla de aire / carburante la cual se encuentra presente en el exterior de la cavidad 22 b, puede tomarse e introducirse, de una forma eficiente, al interior de la cavidad 22 b, la totalidad del aire presente en el interior de la cámara de combustión 25, se utiliza para formar un mezcla homogénea de aire / carburante, en la cavidad 22 b. Como resultado de lo anteriormente expuesto, las emisiones de NO<sub>x</sub>, pueden reducirse todavía más, y puede mejorarse la eficiencia térmica (economía del carburante).

15 (4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga ligera / media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se finaliza la carrera barrido, y se inicia una carrera de admisión.

20 (5) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, H2, cierra las válvulas de admisión 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para la carga ligera / media, variando, el tiempo sincronizado de cierre IC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se finaliza la carrera admisión, y se inicia la carrera de compresión. La mezcla homogénea de aire / carburante formada, iniciándose, con ello, la carrera de combustión, en la cual, se produce la autoignición o autoencendido del carburante, y la combustión de éste.

(Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga alta)

30 Cuando el motor de combustión interna 90, se opera en la región de carga alta, el medio o medios de cambio de la operación, G2, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 90, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3.

35 El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, comprime, en el interior de la cámara de combustión 25, el aire, tomado e introducido hacia el interior de la cámara de combustión 25, e inyecta el carburante al interior del aire comprimido, a partir de la válvula de inyección 37, para iniciar, mediante ello, la combustión por difusión del carburante. De una forma más específica, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, H3, opera el motor de combustión interna 90, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 14 (C)).

40 (1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, abre las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia la carrera de escape.

45 (2) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, abre las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de admisión, IO, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, IO, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, finaliza la carrera de barrido.

50 (3) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, cierra las válvulas de escape 34, en un tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de escape, EC, para la carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia la carrera de admisión.

55 (4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, cierra las válvulas de admisión, 32, en un tiempo sincronizado de cierre de las de admisión, IC, para carga alta, variando el tiempo sincronizado de cierre, IC, en base a la carga del motor de combustión interna 90. Con esta actuación, se inicia la carrera de compresión.

60 El tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IC, para carga alta (a saber, el tiempo sincronizado de cierre de la comunicación entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión, 31), se ajusta a un tiempo de sincronización, el cual controla un tiempo sincronizado de corte de la comunicación entre la cámara de combustión y el puerto de admisión, el cual se determina con objeto de evitar el hecho de que acontezca un golpeteo o detonaciones, asumiendo que, la combustión de ignición o encendido por chispa, se lleva a cabo en la región de carga alta, en la cual, la operación de combustión por difusión, se lleva a cabo de una forma fidedigna (es decir que, el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga alta, se ajusta a un tiempo sincronizado

determinado, el cual coincide, de una forma general, con el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, IC, para carga ligera / media.

(5) A continuación, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, H3, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 37, en un tiempo sincronizado de inyección del carburante,  $\theta_{inj}$ , cercano al centro muerto superior de compresión, durante la carrera de compresión, iniciándose, con ello, la carrera de combustión, en la cual, se produce la combustión del carburante, mediante la combustión por difusión. La cantidad de carburante a ser inyectado, se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 90, y la velocidad del motor, NE, y ésta es para lograr un predeterminado factor de relación o cociente ajustado aire / carburante. De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante difusión, H3, provoca la excitación de ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección de carburante, 37, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 37, alcance un alto levantamiento. Como resultado de ello, se inyecta el carburante, de la forma la cual se muestra en la 11.

En concordancia con la configuración descrita anteriormente, arriba, puesto que el tiempo de corte de la comunicación entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión 31, controla el tiempo sincronizado, el cual, en el caso en el que se lleve a cabo la combustión mediante ignición por chispa, se ajustará, para cortar la comunicación entre la cámara de combustión 25 y los puertos de admisión 31, para los propósitos de evitar el que acontezca, de una forma excesiva, el golpeteo o detonación, y para que el factor de relación o proporción de la compresión, no caiga de una forma excesiva. Así mismo, también, el carburante, se quema mediante la combustión por difusión. Como resultado de ello, puede llevarse a cabo una combustión estable, a un alto factor o proporción de combustión, involucrar un golpeteo o detonación excesiva, de tal forma que pueda mejorarse el torque o par motor el cual se genera mediante el motor de combustión 90.

### < Tercer ejemplo >

A continuación, se describirá un motor de combustión interna, en concordancia con un tercer ejemplo. Este motor de combustión interna, se trata de un así llamado motor de combustión interna de 2 ciclos, del tipo de flujo unidireccional, y éste utiliza gasolina como carburante. En primer lugar, se procederá a describir un resumen de la operación (ciclo de la operación) del motor de combustión interna de dos ciclos, con referencia a la figura 15.

Este motor de combustión interna de 2 ciclos, del tipo de flujo unidireccional, incluye una puerto de escape, EXP, el cual se encuentra conectado a una porción superior de la cámara de combustión (cilindro CY); una válvula de escape, EXV, para la apertura / cierre del puerto de escape, EXP; un puerto de admisión (al cual se le denomina, así mismo, también, como puerto de barrido) INP, en donde, uno de sus extremos, se encuentra conectado a una pared del orificio o hueco del cilindro, CY; una válvula de inyección de carburante, INJ; una bujía IGN; y un supercargador (en este caso, un turbocargador) T / C. Este motor de combustión interna, genera potencia, mediante la combustión de una mezcla de carburante y de aire, al mismo tiempo que mueve un pistón PS, en el interior del cilindro CY, y abriendo / cerrando la válvula de escape EXV (puerto de escape EXP), así como un puerto de admisión, INP. Las carreras de la operación, se describirán de una forma secuencial, tomando una combustión por autoignición o autoencendido de una mezcla homogénea de aire / carburante, como un ejemplo.

Tal y como se muestra en la figura 15 (a), cuando se quema (se produce la ignición de) una mezcla de aire / carburante, se inicia la combustión de la mezcla de aire / carburante en cuestión, para generar, mediante ello, un gas de combustión a alta presión, en el interior del cilindro CY. Con esta acción, se inicia una carrera de combustión (carrera de extracción), en la cual, el pistón PS, se mueve, desde el centro muerto superior, hacia el centro muerto del fondo.

A continuación, en un apropiado tiempo sincronizado, en el cual, el pistón PS alcanza una predeterminada posición, se abre la válvula de escape EXV. En este punto de tiempo o instante, la presión del gas de combustión, en el interior del cilindro CY, es alta. Así de este modo, tal y como se muestra en la figura 15 (b), el gas de combustión, se descarga hacia el exterior del cilindro CY, a través de la válvula de escape EX y del puerto de escape EXP. El pistón PS, continúa moviéndose hacia el centro muerto de la parte del fondo.

Subsiguientemente, cuando el pistón PS se mueve adicionalmente hacia el centro muerto de la parte del fondo, y éste alcanza una predeterminada posición, se abre una porción del extremo (porción de apertura o porción de barrido) del puerto de admisión INP, el cual se ha cerrado mediante la pared lateral del pistón PS. Esta acción, establece una comunicación entre el puerto de admisión INP y el cilindro CY. El interior del puerto de admisión INP, se presuriza mediante el turbocargador T / C. De una forma correspondientemente en concordancia, cuando se abre la porción de apertura del puerto de admisión INP, el aire el cual se encuentra en el puerto de admisión, INP, fluye hacia el interior del cilindro CY. El aire que fluye hacia el interior, expulsa el gas de combustión del cilindro CY, hacia el exterior de la válvula EXV. Tal y como se muestra en la figura 15 (c), el gas de combustión, se descarga, de una forma adicional, mediante el puerto de escape EXP. Esto significa el hecho de que, mediante esta acción, se inicia el barrido.

A continuación, el pistón PS, pasa el centro muerto del fondo, y empieza a moverse hacia el contero muerto superior. Incluso en esta fase, la presión de aire, en el interior del puerto INP, es alta, y así, por lo tanto, tal y como puede verse en la figura 15 (d), continúa el barrido.

5 Subsiguientemente, cuando el pistón PS, continúa moviéndose hacia el centro muerto superior, y éste alcanza la posición predeterminada, anteriormente mencionada, arriba, la pared lateral del pistón PS, cierra la porción extrema (porción de apertura) del puerto de admisión INP. Esta acción, corta la comunicación entre el puerto de admisión, INP y el cilindro CY. Inmediatamente antes de ello, o después de ello, se abre la válvula de escape EXV. En este momento o punto de tiempo, tal y como se muestra en la figura 15 (e), se inyecta el carburante, a partir de la válvula  
10 de inyección de carburante, INJ.

El pistón PS, continúa moviéndose hacia el centro muerto (de la parte) superior. Como resultado de ello, y tal como se muestra en la figura 15 (f), se forma una mezcla homogénea de aire / carburante, y ésta se comprime, y se inicia una combustión por autoignición o autoencendido, cuando el pistón PS, alcanza el centro muerto superior. Lo que se  
15 ha descrito, es el resumen de un motor de combustión interna, de 2 ciclos, del tipo de flujo unidireccional.

Se procederá, a continuación, a describir la configuración del motor de combustión interna, de 2 ciclos, del tipo de flujo unidireccional. La figura 16, muestra la configuración esquemática de un motor de combustión interna, 100. La figura 16, muestra una sección de únicamente un cilindro específico, pero, no obstante, otros cilindros, tienen una configuración similar.  
20

El motor de combustión interna, 100, incluye un bloque de cilindros, 110; una cabeza de cilindro, 120, la cual se encuentra fijada sobre el bloque de cilindros, 110; un sistema de admisión 130; un sistema de escape 140, para descargar el gas de escape al exterior del motor; y una unidad de control eléctrico, 170. En la descripción la cual se  
25 facilita abajo, a continuación, a una dirección (un sentido) que va desde el bloque de cilindros, 110, hacia la cabeza del cilindro 120, se le denomina, "hacia arriba" o "ascendente" y a una dirección (un sentido) que va desde la cabeza del cilindro 120, hacia el bloque de los cilindro 110, se le denomina "hacia abajo" o "descendente".

El bloque de cilindros, 110, tiene un cilindro de forma cilíndrica, hueco, 111. El bloque de cilindros 110, acomoda un pistón 112, una barra de conexión, 113, y cigüeñal, 114. El pistón 112, oscila en el interior del cilindro 111. El movimiento oscilante el pistón 112, se transmite al cigüeñal 114, vía la barra de conexión 113, haciendo girar, con  
30 ello, en movimiento rotativo, el cigüeñal 114. La superficie de la pared del orificio o hueco del cilindro 111, la superficie de la parte superior (cabeza del pistón) del pistón 112, y la superficie del fondo de la cabeza del cilindro, 120, forman una cámara de combustión 115. Se forma una cavidad 112 a, en una porción central del pistón 112. La cavidad 112 a, tiene una forma generalmente cilíndrica, de fondo redondeado, cerrada, tal como en el caso de las  
35 válvulas de control 22 b.

De una forma adicional, el bloque de cilindros, 110, incluye un par de primeros puertos admisión (puertos de primera admisión), 116, un par de segundos puertos de admisión (puertos de segunda admisión) 117, y un depósito o  
40 cámara de compensación de la admisión, 118, y éste tiene un par de válvulas de control de la admisión, 119.

Cada uno de los primeros puertos de admisión, 116, tienen una forma tubular. El primer puerto tubular, 116, se encuentra formado de tal forma que, su eje, es substancialmente paralelo con respecto a un plano, el cual es perpendicular con respecto al eje del cilindro 111. Tal y como se muestra en la vista esquemática en sección de la  
45 figura 17, el primer puerto 116, se encuentra conectado al tanque o cámara de compensación de la admisión 118 y al cilindro 11, y éste se encuentra adaptado para introducir aire al interior del cilindro 111, a lo largo del la superficie del orificio o hueco del cilindro 111 en cuestión. Así, de este modo, el aire el cual fluye al interior de la cámara de combustión 115, a través del puerto de admisión 116, genera un torbellino o remolino de aire de admisión, en el interior de la cámara de combustión 115; así por lo tanto, al puerto de admisión 116, se le denomina un puerto de  
50 torbellino o remolino 116.

Cada uno de los primeros puertos de admisión 118, se encuentra dividido por la mitad, mediante un nervio o nervadura 116 a, en la inmediaciones del cilindro 111. Esta configuración, forma dos porciones de apertura, la porción de apertura 116 b y la porción de apertura 116 c, en la superficie del orificio o hueco del cilindro 111. Las  
55 porciones de apertura 116 b y 116 c, se encuentran dispuestas en una posición apropiada, de tal forma que, éstos se abran mediante la pared lateral del pistón 112, cuando el pistón 112 en cuestión, se mueve, desde el centro muerto de la parte superior, hacia el centro muerto del fondo (es decir, en sentido descendente). Cuando las porciones de apertura 116 b y 116 c, se abren, entonces, se establece una comunicación entre los primeros puertos de admisión, 116, y la cámara de combustión 115. Por otro lado, las porciones de apertura 116 b y 116 c, se cierran,  
60 mediante la pared lateral del pistón 112, cuando el pistón 112, se mueve, desde el centro muerto del fondo, al centro muerto de la parte superior (es decir, en sentido descendente). Esta acción, comunica la comunicación entre los primeros puertos de admisión 116, y la cámara de combustión 115.

Cada uno de los segundos puertos de admisión, 117, tiene una forma tubular. El segundo puerto de admisión, 117, se encuentra conectado al depósito de compensación de la admisión, 118 y al cilindro 111. El segundo puerto de  
65 admisión, 117, se encuentra formado de tal forma que éste se encuentre inclinado con relación al plano el cual es perpendicular con respecto al eje del cilindro 111, de tal forma que, el aire fluya en sentido descendente, de una

forma oblicua, al interior del cilindro 111. El eje del segundo puerto de admisión, 117, se dirige al eje del cilindro 111. Al segundo puerto de admisión, 117, se le denomina un puerto recto.

Cada uno de los segundos puertos de admisión, 117, se encuentra dividido por la mitad, mediante un nervio o nervadura 117 a, en la inmediaciones del cilindro 111. Esta configuración, forma dos porciones de apertura, la porción de apertura 117 b y la porción de apertura 117 c, en la superficie del orificio o hueco del cilindro 111. La porción de apertura, 117 b, de uno de los puertos de admisión, 117, se encuentra encarado a la porción de apertura 117 c, del otro puerto de admisión 117, interviniendo, entre éstos, el cilindro 111, y la porción de apertura 117 c del otro puerto de admisión 117, se encuentra encarado a la porción de apertura 117 b del otro puerto de admisión 117, interviniendo, entre éstos, el cilindro 111.

Las porciones de apertura 117 b y 117 c, se encuentran dispuestas en una posición tal, de tal modo que éstas se abran mediante la pared lateral del pistón 112, cuando el pistón 112 en cuestión, se mueve en sentido descendente. Cuando las porciones de apertura 117 b y 117 c se abren, entonces, se establece una comunicación entre los segundos puertos de admisión, 117, y la cámara de combustión, 115. Mientras tanto, las porciones de apertura 117 b y 117 c, se cierran, mediante la pared lateral del pistón 112, cuando el pistón 112 en cuestión se mueve en sentido ascendente. Esta acción, corta la comunicación entre los segundos puertos de admisión, 117, y la cámara de combustión 115.

Como resultado del empleo de la configuración anteriormente descrita, arriba, el aire que fluye al interior del cilindro 111, a través de cada uno de los segundos puertos de admisión, 117, incide sobre la superficie superior del pistón 112, para cambiar su dirección, en sentido ascendente, de una forma oblicua. Así mismo, también, el aire el cual fluye hacia el interior del cilindro 111, a través de los dos puertos de admisión 117 opuestos, (a través de las porciones de apertura, consistentes en la porción de apertura 117 b y la porción de apertura 117 c de los dos puertos de admisión 117), colisiona en las proximidades del eje del cilindro 111. Esto genera, en el interior del cilindro 111 en cuestión, una corriente de aire ascendente, el cual asciende a lo largo del eje del cilindro 111.

Una válvula de control de la admisión, 119, se mueve, de una forma pivotante o giratoria, en el interior de cada uno de los segundos puertos de admisión, 117, en concordancia con una instrucción procedente de la unidad de control eléctrico, 170, para la apertura / el cierre del segundo puerto de admisión, 117.

Haciendo ahora referencia, otra vez, a la figura 16, la cabeza del cilindro, 120, se fija sobre una porción superior del bloque de cilindros, 110. La cabeza del cilindro, 120, incluye los puertos de escape, 121, conectados a la cámara de combustión 115; las válvulas de escape 122; un brazo motriz o de accionamiento, 123, para el accionamiento de las válvulas de escape, 122; un dispositivo de accionamiento electromagnético, 124; una bujía 125; un iniciador de la ignición o encendedor 126, el cual incluye una bobina de ignición o encendido, la cual genera un alto voltaje, para ser aplicado a la bujía 125, y una válvula de inyección del carburante (medio de inyección del carburante), 127, para inyectar el carburante, de una forma directa, al interior de la cámara de combustión 115. La bujía 125, y el iniciador de ignición o encendedor 126, constituyen el medio de generación de chispas, para generar una chispa de ignición o encendido, en el interior de la cámara de combustión, 115.

Tal y como se muestra en la figura 18, en la cual se muestra la parte del fondo de la cabeza del cilindro, 120, según ésta se ve, desde la cámara de combustión 115, los puertos de escape, 121, se encuentran configurados para que estos se abran, en tres respectivas posiciones, alrededor del centro del cilindro 111. De una forma correspondientemente en concordancia, se encuentran provistas tres válvulas de escape, 122, sobre la cabeza del cilindro, 120. Las válvula de escape, 122 en cuestión, abren / cierran las respectivas aperturas de los puertos de escape 121. La comunicación de los puertos de escape, 121, con las cámaras de combustión, 115, se establece cuando se abren las aperturas de los puertos de escape 121, por mediación de las respectivas válvulas de escape, 122, y ésta se corta, cuando se cierran las aperturas de los puertos de escape, 121 mediante las respectivas válvulas de escape, 122.

Las tres válvulas de escape, 122, se encuentran ordenadamente dispuestas, de tal forma que, sus ejes, se encuentren en una posición paralela, el uno con respecto al otro (de una forma paralela, con respecto al eje del cilindro 111). Los resortes 112 a, ejercen una fuerza de accionamiento sobre las respectivas válvulas de escape, 122, de tal forma que éstos cierran las aperturas de los puertos de escape, 121, que abren el paso hacia el interior de la cámara de combustión, 115. Las tres válvulas de escape, 122, se encuentran conectadas, en las porciones de los extremos superiores de éstas, a las tres respectivas porciones de los extremos, 123 a, del brazo o ramal de accionamiento (conducción), 123, tal y como se muestra en la figura 19. El dispositivo electromagnético de actuación, 124, mueve una porción central, 123 b, del brazo o ramal de accionamiento, 123, en sentido descendente, para mover las válvulas de escape, 122, en sentido descendente, de tal forma que, se abran las aperturas de los puertos de escape, 121, las cuales se forman, para abrir el paso hacia el interior de la cámara de combustión, 115.

La válvula de inyección de carburante, 127, tiene la misma estructura que la de la válvula de inyección de carburante, 37, anteriormente mencionada, arriba. El carburante, el cual se encuentra en un depósito de carburante, el cual no se encuentra ilustrado en la figura, se suministra a la válvula de inyección de carburante, 127, mediante un medio o medios de regulación de la presión del carburante, el cual no se encuentra ilustrado en la figura, a una

bomba de carburante, la cual tampoco de encuentra ilustrada en la figura. Tal y como se muestra en la figura 18, la válvula de inyección de carburante, 127, se encuentra dispuesta en el centro del cilindro 111. La válvula de inyección del carburante 127, inyecta carburante, hacia la cavidad 112 a del pistón 112.

5 El sistema de admisión 130, incluye un depósito o cámara de compensación, 131, el cual comunica con el depósito o cámara de compensación de la admisión, 118; un tubería de admisión, 132, en la cual, uno de sus extremos, se encuentra conectado al depósito o cámara de compensación, 131; y un filtro de aire, 133, un compresor 151 de un turbocargador (supercargador o medio o medios de supercarga), 150, un dispositivo de refrigeración, 152, y una  
10 válvula de estrangulación (de mariposa), 154, los cuales se encuentran dispuestos, de una forma secuencial, en la tubería de admisión, 132, desde el otro extremo de la admisión, 132, hacia un lado corriente abajo, (depósito o cámara de compensación, 131).

15 La válvula de estrangulamiento (de mariposa), 154 se encuentra soportada, de una forma giratoria, mediante la tubería de admisión, 132, y ésta se acciona mediante un dispositivo de accionamiento de la válvula de estrangulación 154 a en cuestión, variando, con ello, el área de la sección transversal de la apertura de un paso de admisión.

20 El sistema de escape, 140, incluye una tubería de escape, 141, la cual incluye un colector de escape, que comunica con los puertos de escape 121, y que forma un paso de escape, conjuntamente con los puertos de escape, 121; una turbina 153 del turbocargador 150, la cual se encuentra dispuesta en la tubería de escape, 141; un convertidor catalítico, 155, el cual se encuentra dispuesto en la tubería de escape, 141, corriente debajo de la turbina 153. Tal y como sucede en el caso del turbocargador 81, el turbocargador 150, comprime aire, en el paso de admisión, y mediante ello, supercarga con aire, la cámara de combustión 115.

25 El motor de combustión interna 100, incluye un sensor de la posición del cigüeñal, 161, un sensor de la apertura del acelerador, 162, y una unidad eléctrica de control, 170, la cual se encuentra conectada a estos dispositivos. La posición del sensor del cigüeñal, 161, el sensor de la apertura del cigüeñal, 162, y la unidad eléctrica de control, 170, tienen la misma configuración y la misma función, que las correspondientes al sensor de la posición del cigüeñal 62, el sensor de apertura del acelerador, 65 y la unidad eléctrica de control, 70, respectivamente.

30 Tal y como se muestra en la figura 20, el motor de combustión interna, 100, incluye un medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, un medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2, un medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, J3, y medio de cambio de la operación, G2. Las funciones de este medio o medios, se llevan a cabo mediante la ejecución de programas  
35 predeterminados asociados, mediante la CPU (unidad central de procesado) de la unidad eléctrica de control 170. De una forma correspondientemente en concordancia, se proporcionará la siguiente descripción, como si estas operaciones, las cuales realiza propiamente la CPU, se implementaran mediante este medio o medios.

40 (Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga muy ligera)

45 Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga muy ligera, el medio o medios de cambio de la operación, G2, selecciona el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones, el cual se muestra en la figura 13 Así, de este modo, el motor de combustión interna 100, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1.

50 El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, forma una mezcla homogénea de aire / carburante, de una forma substancial, únicamente en el interior de la cavidad 112 a (a saber, éste forma una mezcla estratificada de aire / carburante, en la cámara de combustión 25, en su conjunto, como un todo), y comprime la mezcla de aire / carburante, para, mediante ello, realizar la autoignición o autoencendido del carburante y proceder a su combustión. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, opera el motor de combustión interna, 100, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las  
55 siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 21 (A)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, abre las válvulas de escape 122, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 100. Con esta actuación, se inicia una carrera de escape,  
60 en la cual, se establece una comunicación, entre los puertos de escape, 121, y la cámara de combustión, 115, mediante los cual, el gas de combustión, se descarga, desde la cámara de combustión, 115.

(2) A continuación, el movimiento del pistón 112, desde un lado del centro muerto superior, hacia el lado del centro muerto del fondo, establece una comunicación de los primeros puertos de admisión, 116 y los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, en un tiempo sincronizado de apertura de los puertos de admisión, IPO. En ese momento, las válvulas de control 119, se controlan, de tal forma que se cierre los respectivos segundos

puertos de admisión, 117. De una forma correspondientemente en concordancia, el aire, fluye al interior de la cámara de combustión 115, a través de los primeros puertos de admisión 116, de tal forma que se genere un torbellino o remolino de aire de admisión. El flujo del aire de entrada, empuja al gas de combustión, hacia los puertos de escape 121 y así, de este modo, el gas de combustión, se descarga, desde la cámara de combustión 115. Es decir, se inicia una carrera de barrido.

(3) A continuación, el movimiento del pistón 112, desde el lado del centro muerto del fondo, hacia el lado del centro muerto superior, corta la comunicación de los primeros puertos de admisión 116 y de los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, en un tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión IPC. Al mismo tiempo, se alcanza un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape EC, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado en cuestión, en base a la carga del motor de combustión interna 100, de tal forma que, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante autoignición o autoencendido de la carga estratificada, J1, cierra las válvulas de escape 122. Con esta acción, se inicia la carrera de compresión.

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección de carburante, 127, en una cantidad predeterminada, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna, 100, y la velocidad del motor NE, a un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , el cual se encuentra dentro de la fase media de la carrera de compresión, encontrándose, el tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$  en cuestión, después del tiempo sincronizado de cierre de las válvulas de admisión, IPC, y el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, EC, para la carga muy ligera, pero antes de un centro muerto superior de la compresión TDC. En este caso, la cantidad total de carburante a ser inyectada, es la cantidad correspondiente para conseguir un factor de relación o cociente aire / carburante, ultraajustado. De una forma adicional, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, J1, provoca únicamente la excitación del primer solenoide de la válvula de inyección de carburante, 127, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección de carburante, 127, se convierta en un reducido levantamiento.

Como resultado de lo anteriormente expuesto, el carburante inyectado, se estanca, de una forma substancial, en la cavidad 112 a, de tal modo que forme, con ello, una mezcla homogénea de aire / carburante, substancialmente, solamente en el interior de la cavidad 112 a. A continuación de ello, la mezcla homogénea de aire / carburante, se comprime, iniciándose, después de ello, una carrera de combustión, en la cual se produce la autoignición o autoencendido del carburante y la combustión de éste.

De una forma correspondientemente en concordancia, incluso en una operación de carga muy ligera, en la cual, la cantidad de carburante sea pequeña, puede formarse, de una forma fidedigna, una mezcla de aire / carburante, la cual tenga una concentración lo suficientemente alta, como para producir la autoignición o autoencendido, en el interior de la cavidad 112 a, de tal forma que pueda llevarse a cabo una combustión por autoignición o autoencendido, la cual sea estable. Como resultado de ello, una región de operación, en la cual, pueda llevarse a cabo una operación de autoignición o autoencendido, se expande para cubrir a una región de carga mucho más ligera, eliminándose, con ello, la necesidad de llevar a cabo una operación de combustión mediante ignición por chispa, en tal tipo de región de carga muy ligera. Así, por lo tanto, las emisiones de  $NO_x$ , pueden reducirse todavía más, y puede así, de este modo, puede incrementarse la economía (ahorro) de carburante. Así mismo, también, puesto que la cantidad de carburante la cual se encuentra presente en el exterior de la cavidad 112 a, y que no contribuye a la combustión por autoignición o autoencendido, puede reducirse, la generación de HC (hidrocarburo) no quemado, puede restringirse, y puede incrementarse o mejorarse la economía de carburante.

(Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga ligera / media)

Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga ligera / media, el medio o medios de cambio de la operación, G2, seleccionan el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido por compresión de la premezcla de carga, J2, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 100, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2.

El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante compresión de la premezcla de carga, J2, forman y comprimen una mezcla homogénea de aire / carburante, en el interior de la cámara de combustión 115, para iniciar, mediante ello, la combustión del carburante, mediante autoignición o autoencendido. De una forma más específica, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la combustión de la premezcla de carga, J2, operan el motor de combustión interna, 100, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 21 (B)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2, abre las válvulas de escape 122 en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga ligera / media, variando, el tiempo

sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 100. Con esta actuación, se inicia la carrera de escape.

(2) A continuación, se establece la comunicación de los primeros puertos de admisión, 116 y de los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, en el tiempo sincronizado de apertura de los puertos de admisión, IPO. Con esta acción, se inicia una carrera de barrido. En ese momento, las válvulas de control de la admisión, 119, se controlan, de tal forma que se cierran los respectivos segundos puertos de admisión 117. De una forma correspondiente en concordancia, se genera un torbellino o remolino de aire. Así mismo, también, en esta carrera de barrido, se lleva a cabo la admisión de aire.

(3) A continuación, la comunicación de los primeros puertos de admisión, 116 y de los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, se corta, en el tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión, IPC. A continuación, se alcanza un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, EC para carga ligera / media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 100, de tal forma que, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2, cierra las válvulas de salida 122. Con esta acción, se inicia la carrera de compresión.

(4) El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección del carburante, 127, en una predeterminada cantidad, la cual se determina en base a la carga del motor de combustión interna 100, y la velocidad del motor, NE, en un tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , comprendido dentro de la fase o etapa temprana de la carrera de compresión, siendo, el tiempo sincronizado  $\theta_{inj}$ , simultáneo con un el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, EC, o ligeramente retardado con respecto a éste, para la carga ligera / media. Esto significa el hecho de que, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, en un tiempo sincronizado de inyección de la carga ligera / media,  $\theta_{inj}$ , el cual conduce a un tiempo sincronizado de inyección de la carga muy ligera,  $\theta_{inj}$ , para formar, mediante ello, una mezcla homogénea de aire / carburante.

En este caso, la cantidad total de carburante a ser inyectada, es para la consecución de un factor de relación o cociente ajustado aire / carburante. De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, J2, excita ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección del carburante, 127, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección, 127, se convierte en un alto levantamiento.

En esta etapa, el remolino o torbellino de aire, permanece fuerte. De una forma correspondientemente en concordancia, la mezcla de aire / carburante, se agita, mediante el remolino o torbellino de aire, con lo cual, la totalidad del aire el cual se encuentra presente en la cámara de combustión, 115, se utiliza para formar la mezcla homogénea de aire / carburante. La mezcla homogénea de aire / carburante, se recibe, introduciéndose en la cavidad 112 a, y continuación, ésta se comprime, iniciándose, con ello, la carrera de combustión, en la cual se produce el inicio de la autoignición, o se enciende el carburante, y se produce su combustión. Como resultado de ello, las emisiones de  $NO_x$ , pueden reducirse todavía más, y puede mejorarse la eficiencia térmica (economía o ahorro del carburante).

(Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga alta)

Cuando el motor de combustión interna 100, se opera en la región de carga alta, el medio o medios de cambio de la operación, G2, seleccionan el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, J3, en concordancia con el mapa de las regiones de operaciones. Así, de este modo, el motor de combustión interna 100, se opera mediante el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, J3.

El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, J3, comprimen, en el interior de la cámara de combustión 115, el aire, tomado e introducido hacia el interior de la cámara de combustión 115, e inyecta el carburante al interior del aire comprimido, a partir de la válvula de inyección 127, para iniciar, mediante ello, la combustión por difusión del carburante. De una forma más específica, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, J3, opera el motor de combustión interna 100, procediendo a ejecutar, de una forma secuencial, las siguientes acciones (véase, a dicho efecto, la figura 21 (C)).

(1) En una carrera de combustión, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión por difusión, J3, abren las válvulas de escape 122, en un tiempo sincronizado de apertura de las válvulas de escape, EO, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de la apertura, EO, en base a la carga del motor de combustión interna 100. Con esta actuación, se inicia la carrera de escape.

(2) A continuación, se establece la comunicación de los primeros puertos de admisión, 116 y de los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, en el tiempo sincronizado de apertura de los puertos de admisión, IPO. Con esta acción, se inicia una carrera de barrido. En ese momento, las válvulas de control de la admisión, 119, se controlan, de tal forma que se cierran los respectivos segundos puertos de admisión 117.

(3) A continuación, la comunicación de los primeros puertos de admisión, 116 y de los segundos puertos de admisión 117, con la cámara de combustión 115, se corta, en el tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión, IPC. El tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión, IPC, no varía en dependencia de la carga. En otras palabras, el tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión, IPC, controla el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, ICig, el cual, si un motor de combustión interna, de válvulas en cabeza, tal y como éste se muestra en la figura 1, lleva a cabo una combustión mediante ignición o encendido por chispa, en la región de carga alta, en la cual se realiza de una forma efectiva la operación de combustión por difusión, se ajustará para los propósitos de evitar el que acontezca, de una forma excesiva, un golpeteo o detonación (es decir, el tiempo de cierre de los puertos de admisión IPC, es el tiempo sincronizado de cierre de los puertos de admisión para la carga ligera / media).

(4) A continuación, se alcanza un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, EC para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, EC, en base a la carga del motor de combustión interna 100, de tal forma que, el medio o medios de ejecución de la operación de combustión mediante difusión, J3, cierra las válvulas de salida 122. Con esta acción, se inicia la carrera de compresión.

(5) A continuación, El medio o medios de ejecución de la operación de la combustión mediante difusión, J3, inyecta carburante, a partir de la válvula de inyección del carburante, 127, en un tiempo sincronizado de la inyección del carburante,  $\theta_{inj}$ , cerca del centro muerto superior de la carrera de compresión, en el interior de la carrera de compresión en cuestión, para iniciar, con ello, la combustión del carburante, mediante difusión. La cantidad de carburante, se determina en base a la carga del motor de combustión interna 100, y la velocidad del motor, NE. De una forma adicional, en este caso, el medio o medios de ejecución de la operación de la combustión mediante difusión, J3, excita a ambos, el primer solenoide y el segundo solenoide de la válvula de inyección de carburante, 127, de tal forma que, el levantamiento de la aguja de la válvula de inyección del carburante, 127, se convierte en un alto levantamiento.

En concordancia con la configuración descrita anteriormente, arriba, puesto que el tiempo de corte de la comunicación entre la cámara de combustión 115 con los primeros puertos de admisión 116 y los segundos puertos de admisión 117, a una carga alta, es el mismo que el correspondiente a una carga ligera / media (es decir, que coincide con éste), el factor o porcentaje de compresión, no desciende de una forma demasiado importante. Como resultado de lo anteriormente expuesto, no se encuentra involucrado un excesivo golpeteo o detonación. De una forma adicional, el carburante, se quema, mediante la combustión por difusión. Así de este modo, puede llevarse a cabo un combustión estable, a un alto factor o porcentaje de combustión, de tal forma que pueda incrementarse o mejorarse el torque o par motor generado por el motor de combustión interna, 100.

Tal y como sucede en el caso el motor de combustión interna de 2 ciclos, 90, en el motor de combustión interna de 2 ciclos, 100, el gas de combustión a alta temperatura, puede utilizarse, de una forma inmediata, para incrementar la temperatura de una mezcla de aire / carburante, el cual se será sometido a la siguiente combustión, de tal forma que, la combustión por autoignición o autoencendido, pueda llevarse a cabo de una forma estable. De una forma correspondientemente en concordancia, una región de operación, en la cual se lleve a cabo una operación de combustión por autoignición o autoencendido, puede expandirse, para cubrir una región de carga ligera. Como resultado de lo anteriormente expuesto, y puesto que la combustión por autoignición o autoencendido, puede llevarse a cabo en una región práctica, las emisiones de  $\text{NO}_x$ , pueden reducirse, y así, de este modo, puede mejorarse la economía o ahorro de carburante.

De una forma adicional, en la región de carga alta, se lleva a cabo el proceso de supercarga, mediante el turbocargador 150, y la combustión por difusión, facilitando, con ello la combustión, sin la involucración de un golpeteo o detonación. Como resultado a lo anteriormente expuesto, el motor de combustión interna 100, pueden generar un gran torque o par motor máximo.

Debería tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, en el motor de combustión interna, 100, la carrera de barrido y la carrera de admisión, se llevan a cabo de una forma simultánea. Sin embargo, no obstante, el motor de combustión interna, 100, puede configurarse de tal forma que se realice una operación de 2 ciclos, en la cual, cada 360 grados de ángulo de cigüeñal, se inicie una carrera de escape, mediante el establecimiento de la comunicación entre la cámara de combustión 115 y los puertos de escape 121, mientras que se corta la comunicación entre la cámara de combustión 115 y los puertos de admisión 116; a continuación, se inicia una carrera de barrido, mediante el establecimiento de la comunicación entre la cámara de combustión 115, y los puertos de admisión 116; A continuación, se inicia una carrera de de admisión, mediante el corte de la comunicación entre la cámara de combustión 115 y los puertos de escape 121; a continuación, se inicia una carrera de compresión mediante el corte de la comunicación entre la cámara de combustión 115 y los puertos de admisión, 116; y subsiguientemente, se inicia una carrera de combustión.

Tal y como se ha descrito anteriormente, arriba, la forma de presentación del motor de combustión interna en concordancia con la presente invención, se configura de tal forma que se lleve a cabo por lo menos una operación de combustión por autoignición o autoencendido, la cual quema una mezcla homogénea de aire / carburante, a una carga ligera, y por lo menos la operación de de combustión a una carga alta. De una forma correspondientemente en concordancia, puede mejorarse o incrementarse la economía o ahorro del carburante; las emisiones de  $\text{NO}_x$ , pueden

reducirse; y puede generarse un alto torque o par motor, al mismo tiempo que se elimina el golpeteo o detonación. Puesto que la región de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa, puede eliminarse o convertirse en más pequeña, las emisiones de NO<sub>x</sub> pueden reducirse y puede así mejorarse o incrementarse la economía (ahorro) de carburante. De una forma adicional, en el caso en donde pueda eliminarse la región de la

5 operación de la combustión mediante ignición o encendido por chispas, puede también eliminarse así mismo, un medio o medios de generación de la chispa de ignición o autoencendido, tal como los consistentes en una bujía de generación de chispas y un iniciador de la ignición o encendedor, de tal forma que, así de este modo, puede reducirse el costo de un motor de combustión interna.

10 La presente invención, no se limita a la forma de presentación la cual se ha descrito anteriormente, arriba, y ésta puede modificarse en varias otras formas, sin salirse del ámbito de las definiciones las cuales se exponen en las reivindicaciones anexas. Así, por ejemplo, la forma de presentación la cual se ha descrito anteriormente, arriba, emplea un turbocargador, como supercargador; sin embargo, no obstante, puede utilizarse un supercargador

15 mecánico. Así mismo, también, en la operación mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido de carga estratificada, en la operación mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por autoignición o autoencendido mediante la compresión de la premezcla de carga, y en la operación mediante el medio o medios de ejecución de la operación de combustión por difusión, puede generarse, de una forma suplementaria, una chispa de ignición o encendido, para establecer la combustión.

20

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un motor de combustión interna (10), configurado de tal forma que éste realice una operación de 4 ciclos, en la cual, cada 720 grados de ángulo del cigüeñal, se repite a una carrera de admisión, una carrera de compresión, una carrera de combustión, y una carrera de escape, el cual comprende:
- un medio de inyección del carburante (37), para la inyección de un carburante a base de gasolina, al interior de una cámara de combustión (25) la cual se encuentra definida por una superficie de la parte superior de un pistón (22 a), de un pistón (22), una superficie de la pared del orificio de un cilindro (21), y una superficie del fondo del cilindro, (30 a) de una cabeza del cilindro del motor de combustión interna;
- un medio de generación de un torbellino (31), para generar un torbellino de aire de admisión, en el interior de la cámara de combustión, mediante la admisión del aire al interior de la cámara de combustión;
- un medio de generación de chispas (35), para la generación de una chispa de ignición, en el interior de la cámara de combustión;
- un medio de ejecución de la operación de combustión mediante la autoignición por compresión de la premezcla de carga (F2), para, cuando la máquina de combustión interna, se opera en una región de carga alta, se premezcla el aire admitido e introducido en la cámara de combustión, y el carburante, inyectado a partir del medio de inyección, y formando y comprimiendo una mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante, para iniciar, con ello, la combustión por autoignición del carburante;
- el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, un medio de ejecución de la operación, mediante combustión por difusión, (F4), para, cuando el motor de combustión interna, se opera en un región de carga alta, en la cual, la carga, es mayor que la correspondiente a la región de carga ligera, comprimir el aire tomado y conducido al interior de la cámara de combustión, en el interior de la cámara de combustión, e inyectar el carburante al interior del aire comprimido, a partir del medio de inyección de carburante, para iniciar, mediante ello, una combustión del carburante, por difusión, en lugar de una combustión del carburante mediante autoignición, y
- un medio de ejecución de la operación de combustión mediante ignición o encendido por chispa (F3), para, cuando la máquina de combustión interna, se opera en una región de carga media, se premezcla el aire admitido e introducido en la cámara de combustión, y el carburante, inyectado a partir del medio de inyección, y formando y comprimiendo una mezcla homogénea de aire / carburante, la cual tiene una distribución espacial uniforme del carburante, e iniciar, con ello, la ignición de la mezcla homogénea y comprimida de aire / carburante, mediante el medio de generación de chispas, para iniciar, con ello, la combustión del carburante, mediante ignición por chispa;
- en donde, el medio de ejecución de la operación de combustión mediante autoignición por compresión de la premezcla de carga, se encuentra configurado de tal forma que se abra la válvula de admisión (32), en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, de tal forma que se cierre la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y de tal forma que se inyecte el carburante, a partir del medio de inyección del carburante, en un tiempo sincronizado de inyección, situado entre una fase temprana y / o una fase media de la carrera de admisión, en el cual, un torbellino de aire tomado e introducido al interior de la cámara de combustión, es el más fuerte, encontrándose situado, el tiempo sincronizado de inyección, entre el tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga ligera, y el tiempo de cierre de la válvula de admisión para carga ligera, para formar, con ello, la mezcla homogénea de aire / carburante;
- el medio de ejecución de la operación de combustión mediante la ignición por chispa, se encuentra configurado de tal forma que se abra la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga media, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, de tal forma que se cierre la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga media, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y retardando el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga ligera, de tal forma que se inyecte el carburante, a partir del medio de inyección del carburante, en un tiempo sincronizado de la inyección, situado entre una fase temprana y / o una fase media de la carrera de admisión, en el cual, un torbellino de aire tomado e introducido al interior de la cámara de combustión, es el más fuerte, encontrándose situado, el tiempo sincronizado de inyección, entre el tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga media, y el tiempo de cierre de la válvula de admisión para carga media, para formar, con ello, la mezcla homogénea de aire / carburante; y
- el medio de ejecución de la operación de combustión mediante difusión, se encuentra configurado de tal forma que se abra la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna, de tal forma que se cierre la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga alta, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga de la combustión interna, y de tal forma que se inyecte el carburante, a partir del medio de inyección del carburante, en un tiempo sincronizado de inyección, el cual retarde

el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de inyección, para carga alta, y cerca de un centro de muerto superior de la compresión;

en donde, el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional,

5 un medio de detección de la presión del cilindro (63), para detectar la presión del cilindro, la cual es la presión existente en la cámara de combustión; y

10 un medio de cambio de la operación (G1), para obtener, mientras se esté ejecutando la operación de combustión mediante autoignición, mediante el medio de ejecución de la operación de combustión mediante la autoignición por compresión de la premezcla de carga, una tasa de cambio de la presión del cilindro, la cual consiste en una cantidad de cambio, en la presión del cilindro, por unidad de tiempo, o por unidad de ángulo del cigüeñal, en base a la presión detectada del cilindro, y para, cuando la tasa del cambio de presión del cilindro obtenida, se encuentre en exceso, con respecto a una tasa de cambio predeterminada, cambiar la operación, de tal forma que se ejecute una operación de combustión mediante ignición por chispa, mediante el medio de ejecución de la operación de combustión mediante ignición por chispa.

2.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 1, en donde:

20 el pistón, tiene una cavidad (22 b), formada en una porción central de la superficie superior del pistón; y

el medio de inyección del carburante, se encuentra configurado de tal forma que se inyecte el carburante, hacia la cavidad;

25 el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, un medio de ejecución de la operación de la combustión por autoignición de carga estratificada, (F1), para, cuando el motor de combustión interna, se opera en una región de carga muy ligera, en la cual, la carga es más pequeña que la correspondiente a la región de carga ligera, abrir la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de apertura, en base a la carga del motor de combustión interna; cerrar la válvula de admisión, en tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga muy ligera, variando, el tiempo sincronizado de cierre, en base a la carga del motor de combustión interna; inyectar el carburante, a partir del medio de inyección del carburante, en un tiempo sincronizado de inyección, dentro de la fase media de un carrera de compresión, encontrándose, el tiempo sincronizado de admisión, después del tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para carga muy ligera, y antes del centro muerto superior de compresión, para estancar con ello, de una forma substancial, el carburante inyectado en la cavidad y formar y comprimir la mezcla homogénea de aire / carburante, en el interior de la cavidad, para iniciar, con ello, una combustión mediante autoignición del carburante.

3.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 1 ó 2, la cual comprende, de una forma adicional:

40 el medio de cambio de la operación (G1), para obtener, durante la ejecución de una operación de combustión, mediante el medio de ejecución de la operación de combustión, mediante autoignición por compresión de la premezcla de carga, una presión media de los cilindros, procediendo a calcular la media de las presiones medias de los cilindros, las cuales se detectan mediante el medio de detección de la presión en los cilindros, en un período de tiempo, el cual se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde el inicio de una carrera de compresión, hasta el final de la carrera de combustión, asociada con una combustión individual, y obteniendo una media de la presión media de los cilindros, procediendo a calcular la media de las presiones medias en los cilindros, asociadas con una pluralidad de combustiones pasadas, y para cambiar la operación, cuando un valor absoluto de una diferencia entre la presión media de los cilindros asociada con una combustión actual, y la media de las presiones medias de los cilindros, es mayor que un valor predeterminado, de tal forma que se ejecute una operación de combustión mediante autoignición, mediante el medio de ejecución de la operación de combustión mediante la autoignición de la carga estratificada.

4.- Un motor de combustión interna, en concordancia con la reivindicación 1 ó 2, el cual comprende, de una forma adicional:

un medio de detección de las detonaciones (G1), para detectar las detonaciones; y

60 un medio de cambio de la operación (G1) para obtener, mientras se está ejecutando la operación de combustión mediante ignición por chispa, mediante el medio de ejecución de la operación de combustión mediante ignición por chispa, una frecuencia de la aparición de las detonaciones, en base a las detonaciones detectadas y, para cambiar la operación, cuando la frecuencia de la aparición de las detonaciones se encuentre en exceso de una frecuencia predeterminada, de tal forma que se ejecute la operación de combustión por difusión, mediante el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión.

65 5.- Un medio de combustión interna, según la reivindicación 2, en donde:

la cavidad, tiene una forma de fondo redondeado, cerrado, y generalmente cilíndrica, y ésta se encuentra formada de tal forma que, una porción del borde, la cual sirve como una entrada de la cavidad, tiene un diámetro, el cual es más pequeño que un diámetro máximo del interior de la cavidad y de tal modo que se forme una ranura de guía del torbellino (22 d), para introducir el torbellino de aire de admisión, al interior de la cavidad, en una porción circunferencial exterior de la cavidad.

6.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 2, en donde:

el medio de generación de chispas, es una bujía (35), la cual se encuentra dispuesta de tal forma que, una porción de generación de chispas (35 a) de ésta, para generar la chispa de ignición, se encuentra localizada en una porción circunferencial interior de la cavidad;

el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, un medio de ejecución de la operación de combustión mediante ignición por chispa de la carga estratificada, en tiempo de arranque / en frío (F5) para abrir, cuando el motor de combustión interna, se arranca y / o se encuentra en una condición fría, una válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de admisión, para el tiempo de arranque / en frío, cerrar la válvula de admisión, en un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para el tiempo de arranque / en frío, inyectar el carburante a partir del medio de inyección del carburante, y en un tiempo sincronizado de admisión, el cual se encuentra comprendido dentro una fase posterior, de una carrera de compresión, tiempo de inyección éste, el cual retarda el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de admisión, para el tiempo de arranque / en frío, y éste se encuentra antes del centro muerto superior de la compresión, para estancar substancialmente, con ello, el carburante inyectado en la cavidad, para formar una mezcla de aire / carburante, estratificada, en el interior de la cavidad, y producir la ignición de la mezcla estratificada de aire / carburante, por mediación de una chispa de ignición, generada mediante el medio de generación de chispas, para iniciar, con ello, la combustión del carburante, mediante la ignición por chispa.

7.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 6, en donde:

la cavidad, tiene una forma de fondo redondeado, cerrado, y generalmente cilíndrica, y ésta se encuentra formada de tal forma que, una porción del borde, la cual sirve como una entrada de la cavidad, tiene un diámetro, el cual es más pequeño que un diámetro máximo del interior de la cavidad y de tal modo que se forme una ranura de guía del torbellino (22 d), para introducir el torbellino de aire de admisión, al interior de la cavidad, en una porción circunferencial exterior de la cavidad, y la bujía, se encuentra dispuesta a lo largo de la ranura de guía del torbellino.

8.- Un motor de combustión interna, según una cualquiera de las reivindicaciones 2, 5, 6 y 7, en donde:

se encuentra formada una capa de aislamiento del calor (22 c), sobre la superficie de la pared de la cavidad.

9.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 1, la cual comprende, de una forma adicional, un supercargador (81),

en donde, cada uno de los medios consistentes en el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición mediante compresión de la premezcla de carga, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por ignición mediante chispa, y el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, se encuentra configurado de tal forma que cierre la válvula de escape (34), antes de que se abra la válvula de admisión, generando, con ello, un período de solapado negativo, el cual es un período de tiempo que se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, hasta un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de escape, y de tal forma que se controle el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, y el tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión, de tal forma que, a medida que aumenta la carga del motor de combustión interna, se acorta el período de solapado negativo.

10.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 2, la cual comprende, de una forma adicional, un supercargador (81),

en donde, cada uno de los medios consistentes en el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición de la carga estratificada, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición mediante compresión de la premezcla de carga, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por ignición mediante chispa, y el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, se encuentra configurado de tal forma que cierre la válvula de escape (34), antes de que se abra la válvula de admisión, generando, con ello, un período de solapado negativo, el cual es un período de tiempo que se encuentra comprendido dentro de unos márgenes que van desde un tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, hasta un tiempo sincronizado de apertura de la válvula de escape, y de tal forma que se controle el tiempo sincronizado de cierre de la válvula de escape, y el tiempo sincronizado de la apertura de la válvula de admisión, de tal forma que, a medida que aumenta la carga del motor de combustión interna, se acorta el período de solapado negativo.

11.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 2, en donde:

5 el medio de inyección del carburante, se encuentra configurado de tal forma que éste inyecte el carburante, en una primera condición de inyección, en la cual, el carburante, se inyecta en un estrecho ángulo de inyección, o en una segunda condición de inyección, en la cual el carburante, se inyecta al ángulo estrecho de inyección, y a un ángulo ancho de inyección, el cual es mayor que el ángulo estrecho de inyección;

10 el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición de la carga estratificada, se encuentra configurado de tal forma que éste, inyecte el carburante, en la primera condición de inyección, a partir del medio de inyección del carburante; y

15 cada uno de los medios consistentes en el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición mediante compresión de la premezcla de carga, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por ignición mediante chispa, y el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, se encuentra configurado de tal forma que éste inyecte el carburante, en la segunda condición de inyección, a partir del medio de inyección del carburante.

12.- Un motor de combustión interna, según la reivindicación 11, en donde:

20 el medio de inyección del carburante, es una válvula de inyección de carburante (37), la cual se tiene un grupo de orificios de inyección de ángulo estrecho (37 c), los cuales se abren, para la inyección del carburante, cuando una aguja (37 b), de la válvula de inyección del carburante, se encuentra en una de ambas condiciones, una condición de bajo levantamiento, o una condición de alto levantamiento, y un grupo de orificios de inyección de ángulo ancho (37 d), los cuales se abren para la inyección del carburante, únicamente cuando la aguja se encuentra en la condición de alto levantamiento;

30 el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición de la carga estratificada, se encuentra configurado de tal forma que éste, inyecte el carburante, en la primera condición de inyección, llevando, la aguja, a la condición de bajo levantamiento; y

35 cada uno de los medios consistentes en el medio de ejecución de la operación mediante combustión por autoignición mediante compresión de la premezcla de carga, el medio de ejecución de la operación mediante combustión por ignición mediante chispa, y el medio de ejecución de la operación mediante combustión por difusión, se encuentra configurado de tal forma que éste inyecte el carburante, en la segunda condición de inyección, llevando, la aguja, a la condición de alto levantamiento.

13.- Un medio de combustión interna, según la reivindicación 12, en donde;

40 la válvula de inyección del carburante, se encuentra formada de tal modo que, el número de orificios de inyección de ángulo ancho, es mayor que el número de orificios de inyección de ángulo estrecho, y de tal modo que, los orificios de inyección de ángulo ancho, son más pequeños, en diámetro, que los orificios de ángulo estrecho;

45 el motor de combustión interna, comprende, de una forma adicional, un medio de regulación de la presión de inyección del carburante, para incrementar la presión del carburante inyectado a partir de la válvula de inyección del carburante, con la carga del motor de combustión interna.

FIG.1

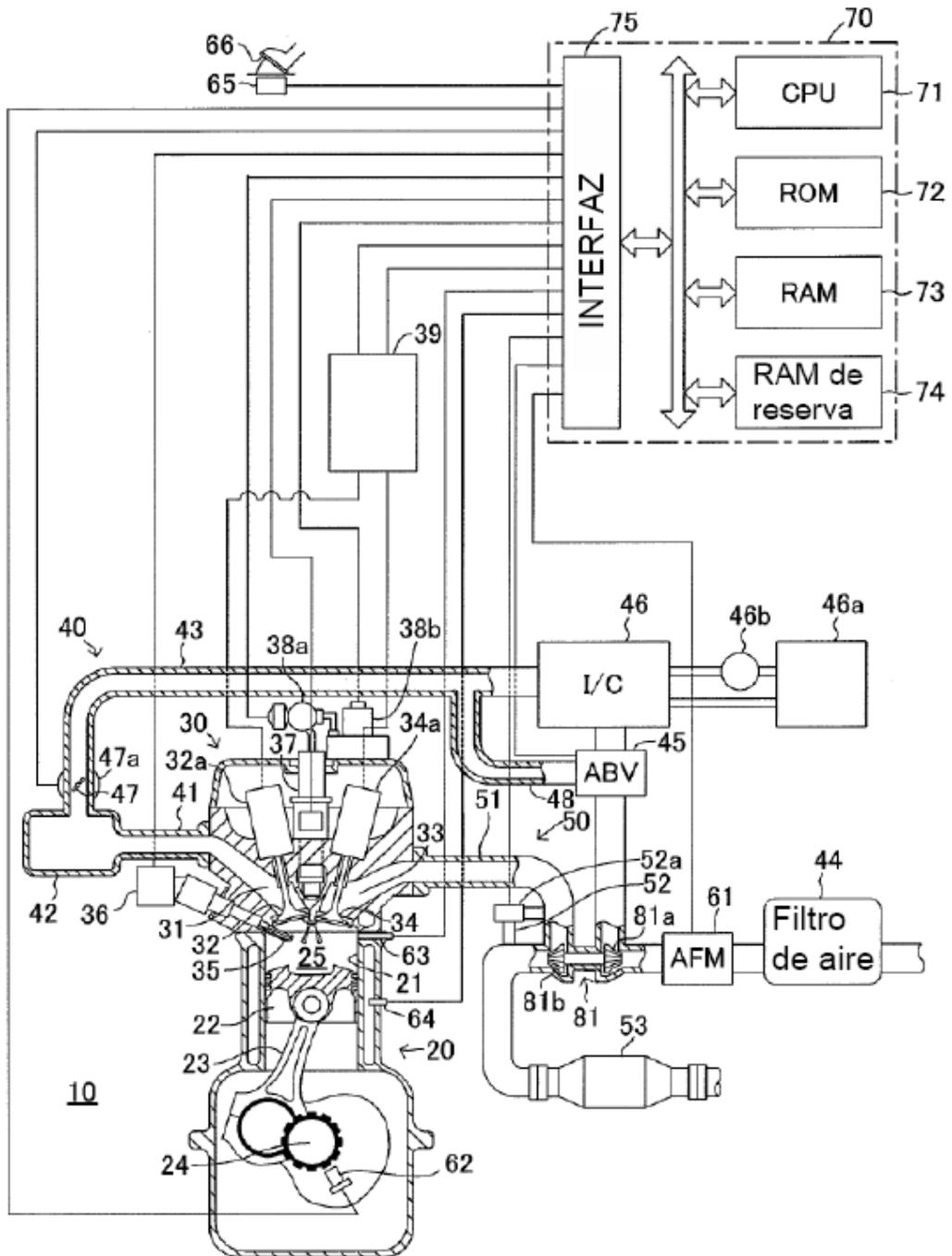


FIG.2

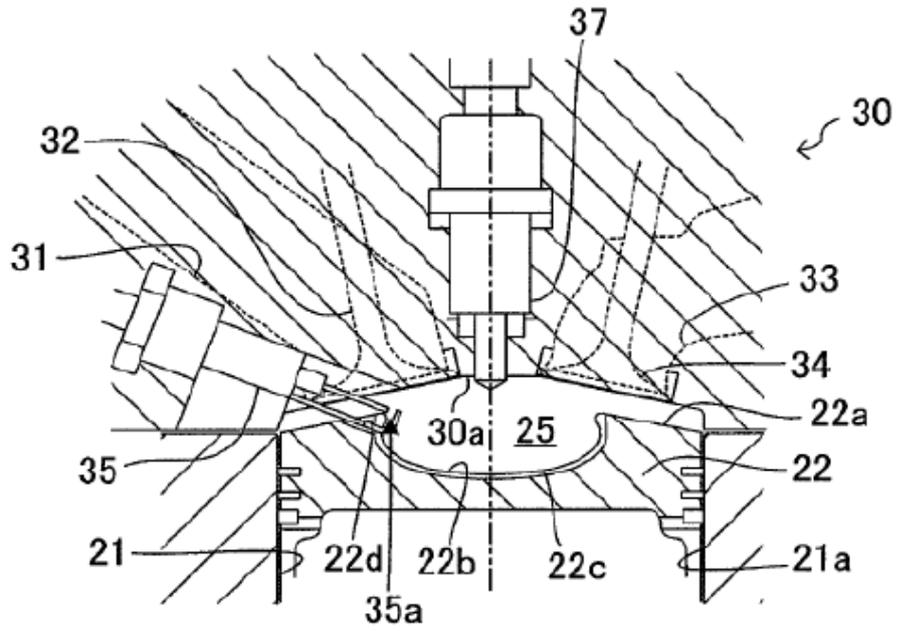


FIG.3

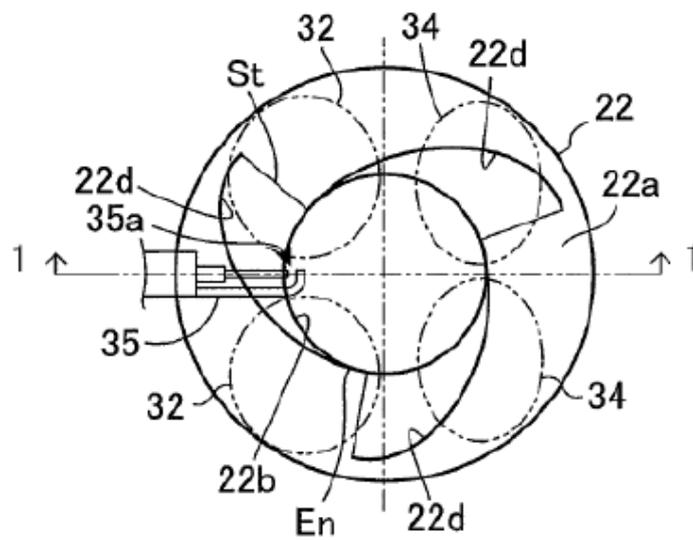


FIG.4

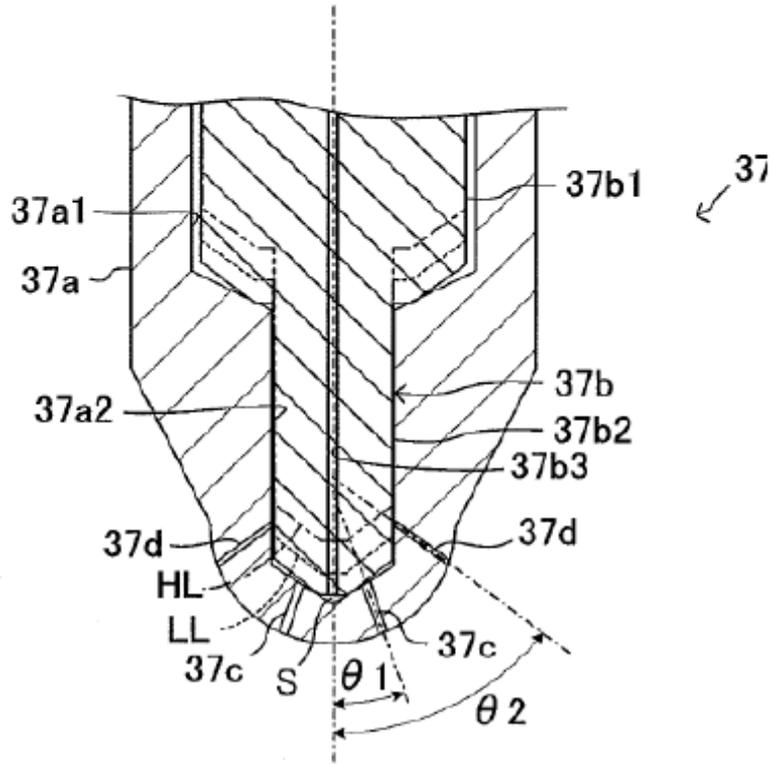


FIG.5

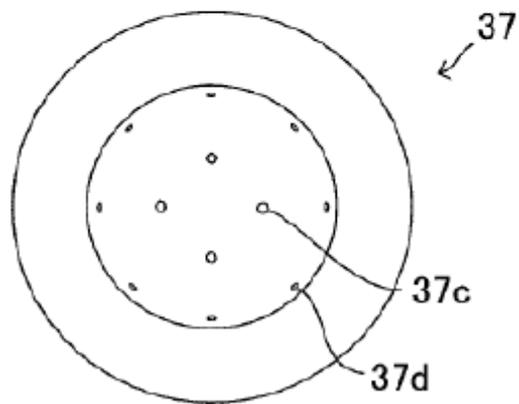


FIG. 6

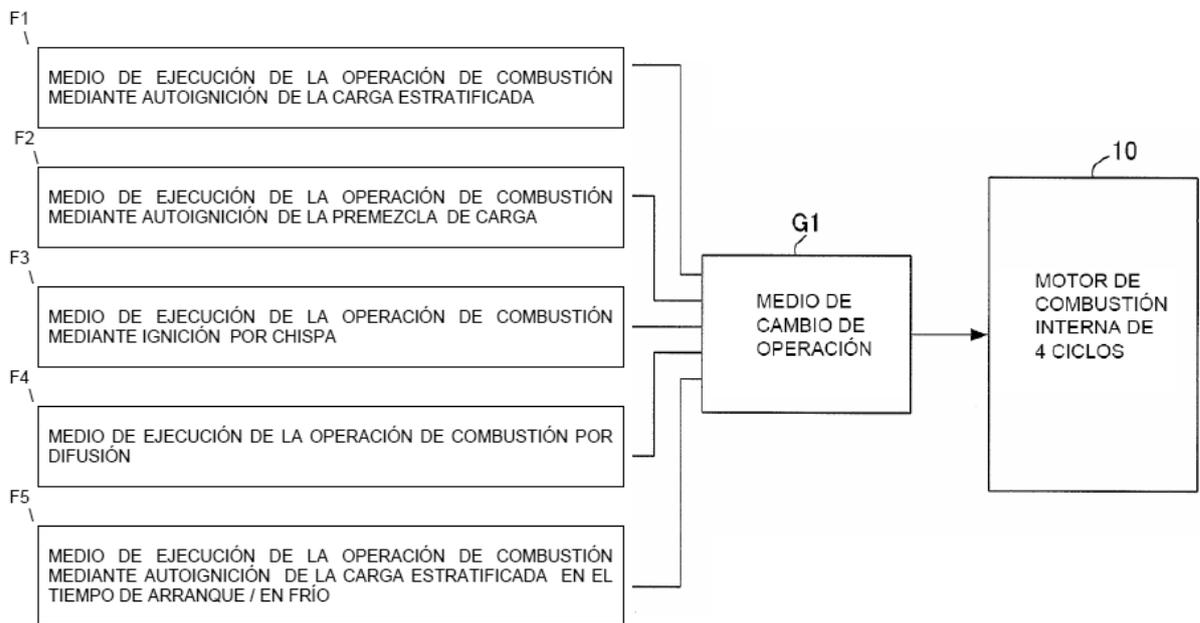


FIG. 7

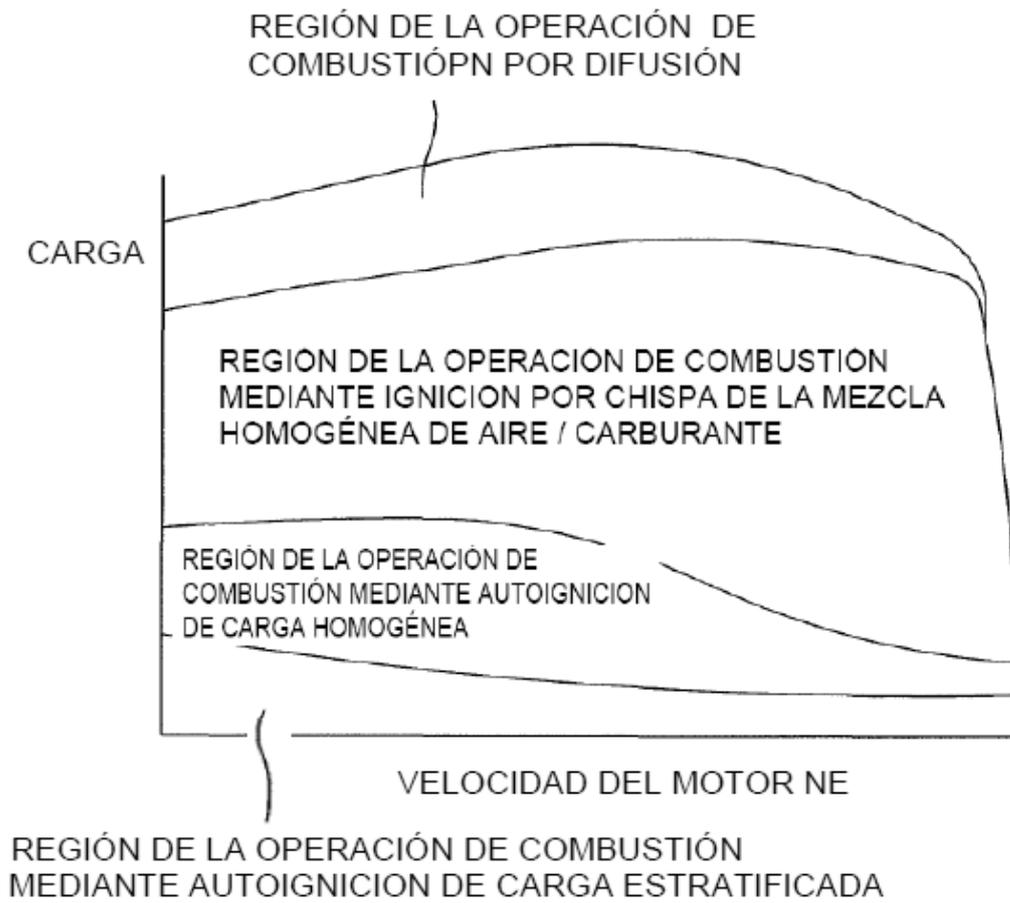
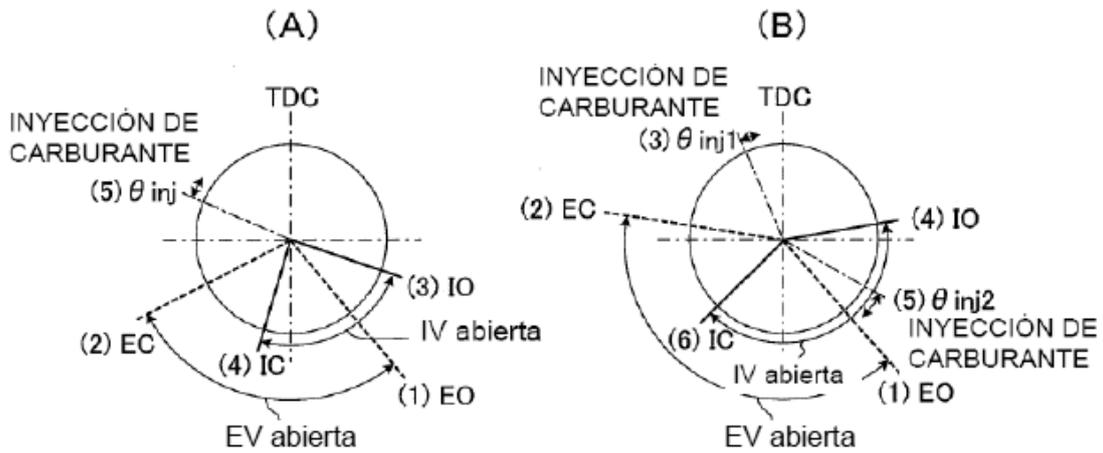
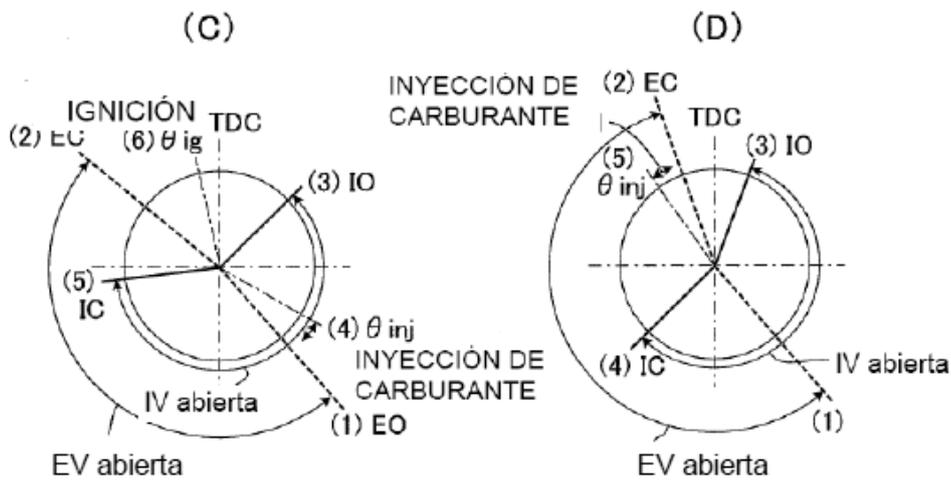


FIG. 8



A: COMBUSTIÓN MEDIANTE AUTOIGNICIÓN DE CARGA ESTRATIFICADA (CARGA MUY LIGERA)

B: COMBUSTIÓN MEDIANTE AUTOIGNICIÓN DE LA MEZCLA HOMÓGENEA DE AIRE / CARBURANTE (CARGA LIGERA)



C: COMBUSTIÓN MEDIANTE IGNICIÓN POR CHISPA DE LA MEZCLA HOMÓGENEA DE AIRE / CARBURANTE (CARGA MEDIA)

D: COMBUSTIÓN POR DIFUSIÓN (CARGA ALTA)

FIG. 9

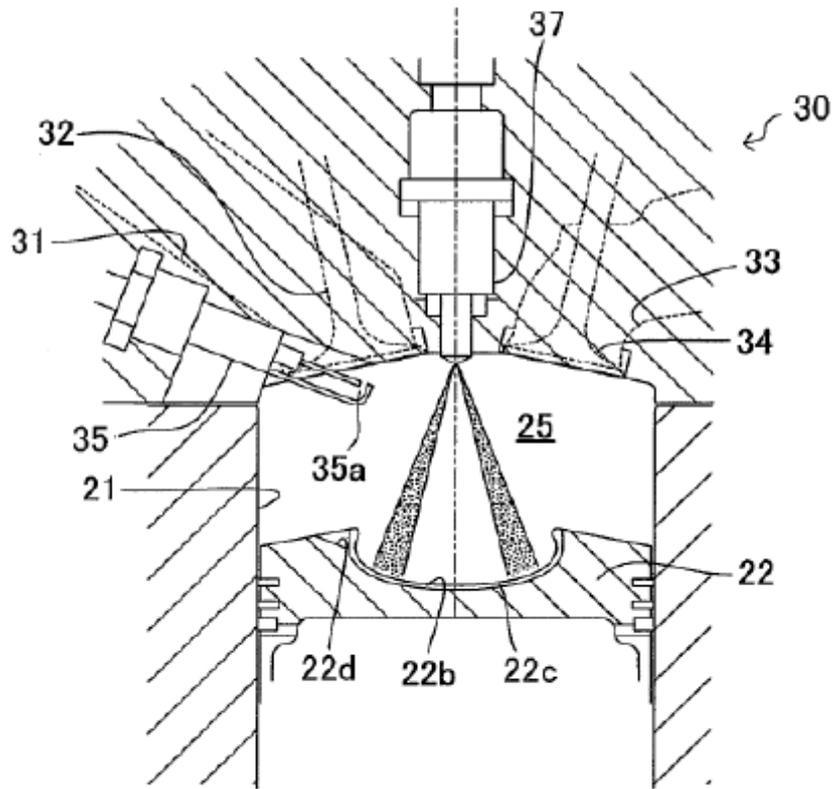


FIG.10

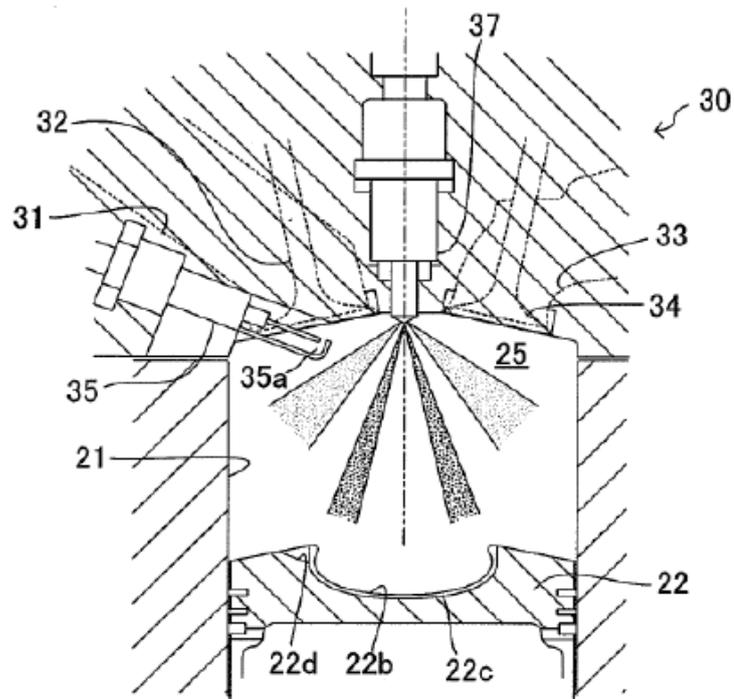


FIG.11

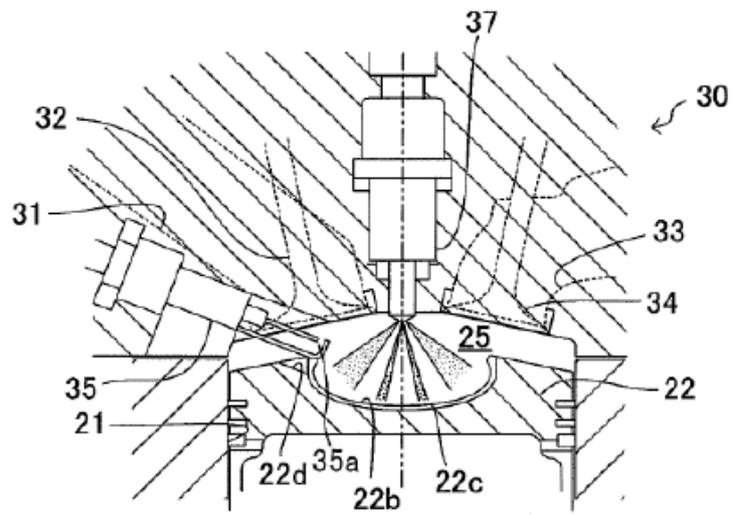


FIG. 12

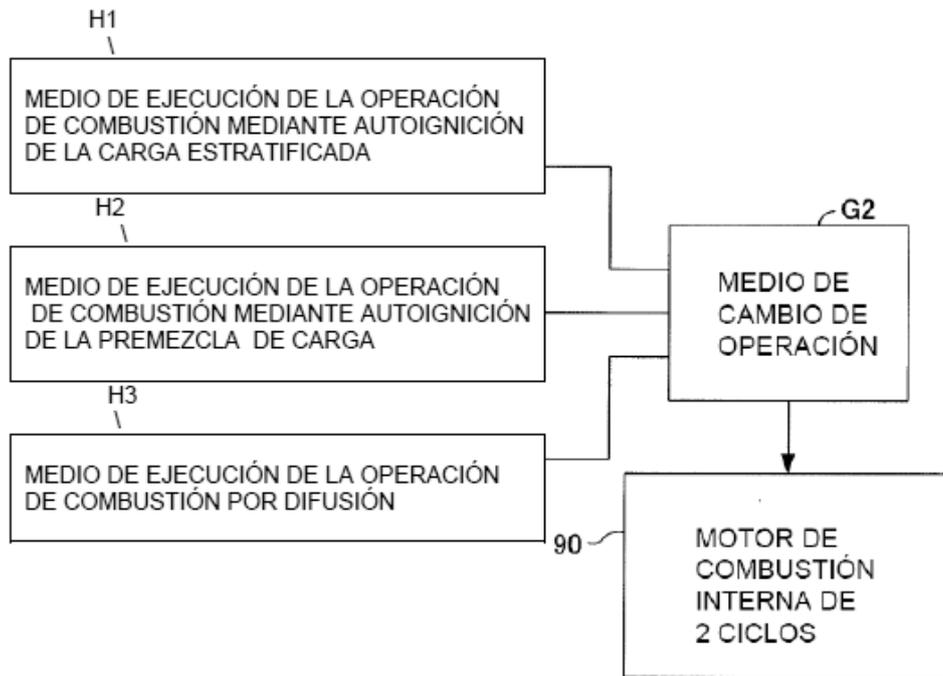


FIG. 13

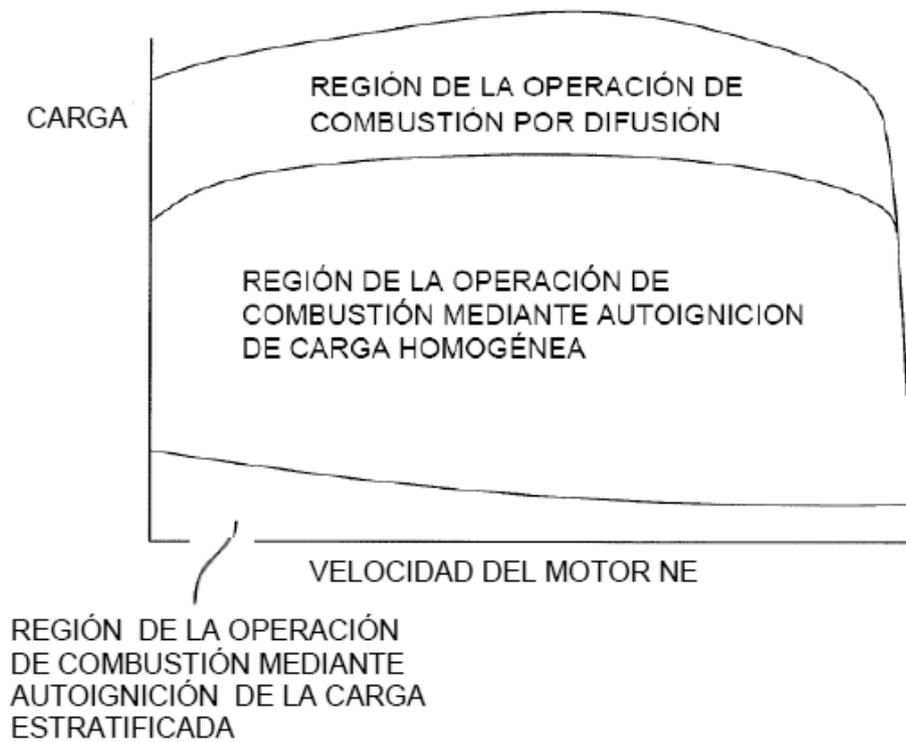
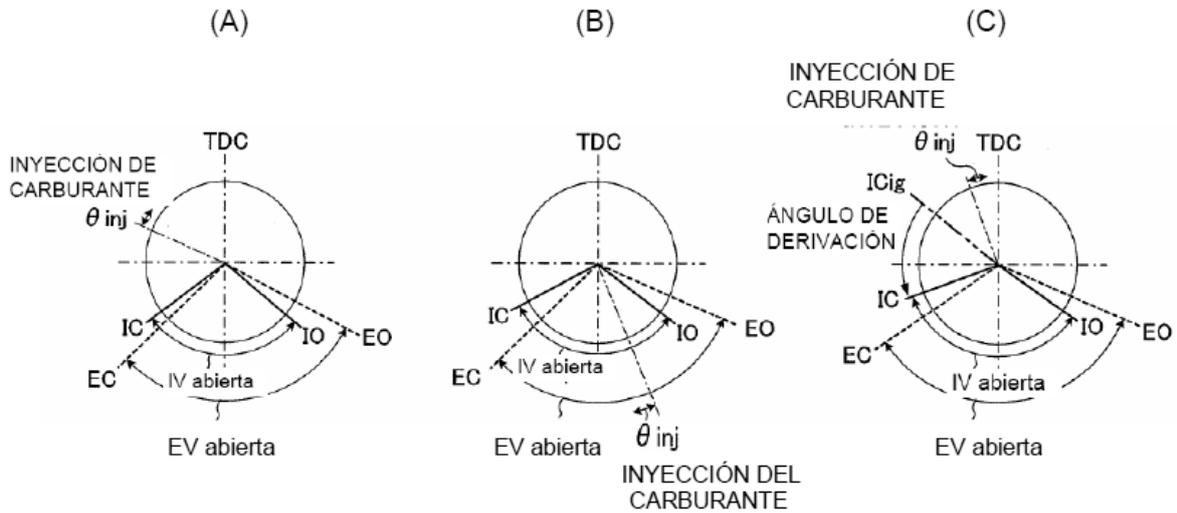


Fig. 14



A: COMBUSTIÓN MEDIANTE AUTOIGNICIÓN DE CARGA ESTRATIFICADA (CARGA MUY LIGERA)

B: COMBUSTIÓN MEDIANTE AUTOIGNICIÓN DE LA MEZCLA HOMOGÉNEA DE AIRE / CARBURANTE (CARGA LIGERA / MEDIA)

C: COMBUSTION POR DIFUSIÓN (CARGA ALTA)

FIG. 15

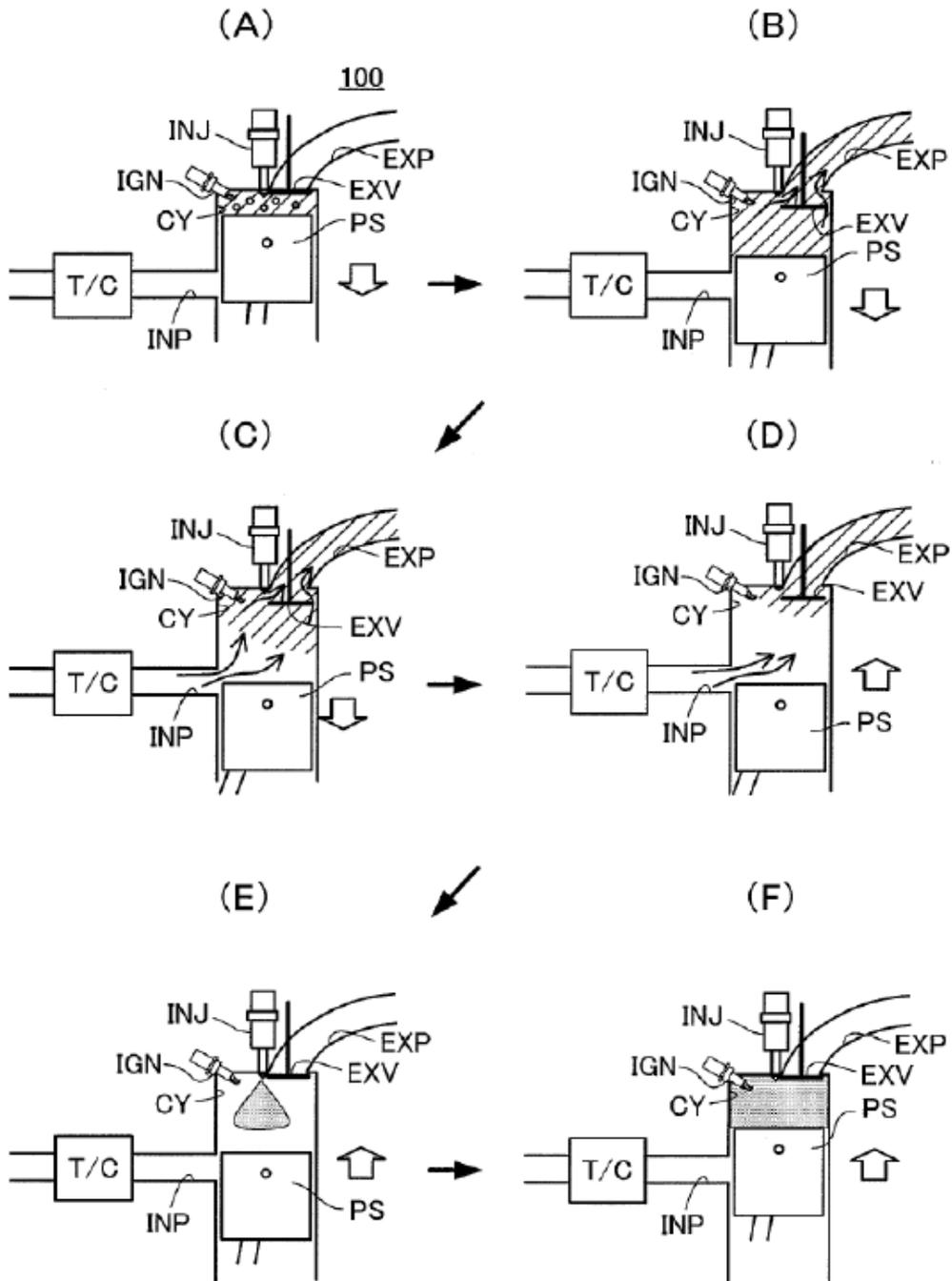


FIG. 16

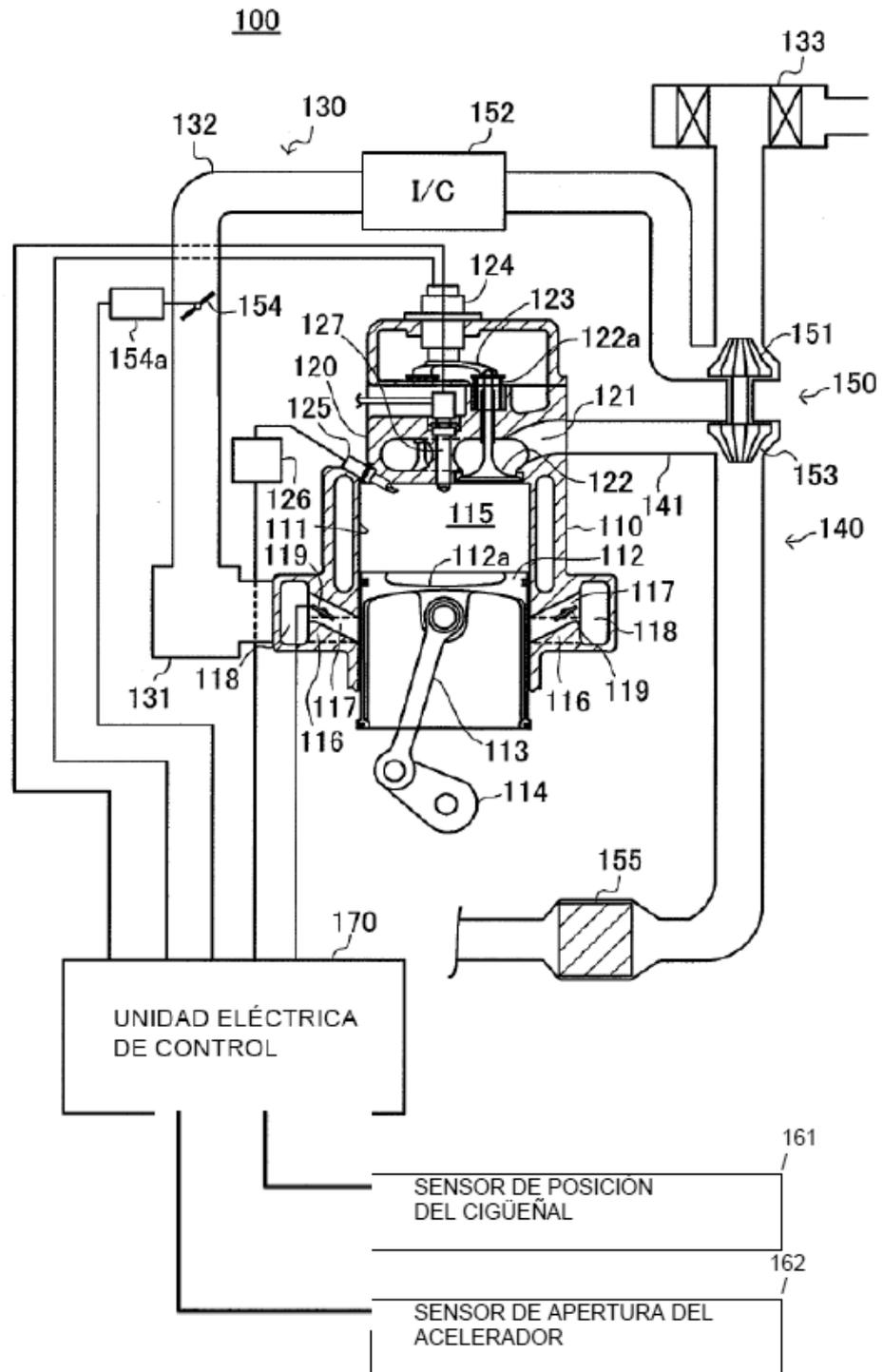


FIG.17

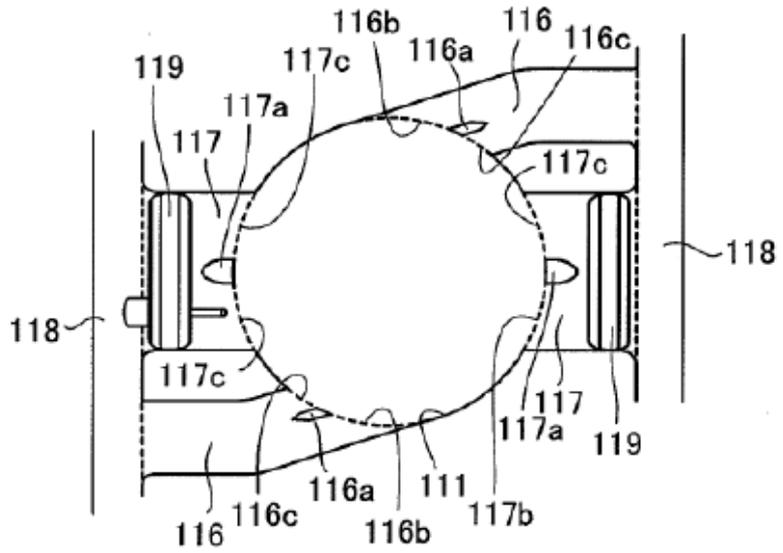


FIG.18

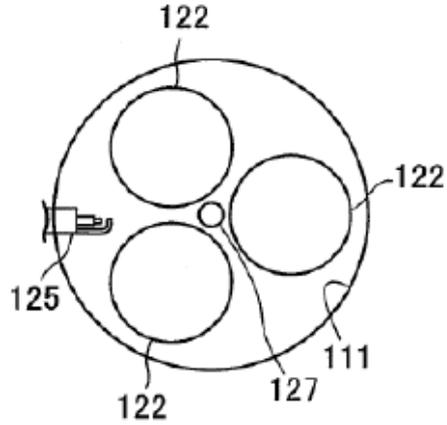


FIG.19

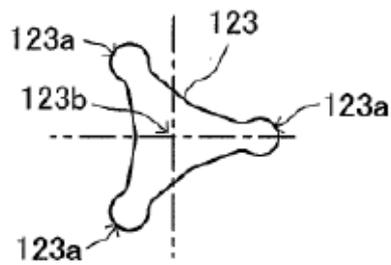


FIG. 20

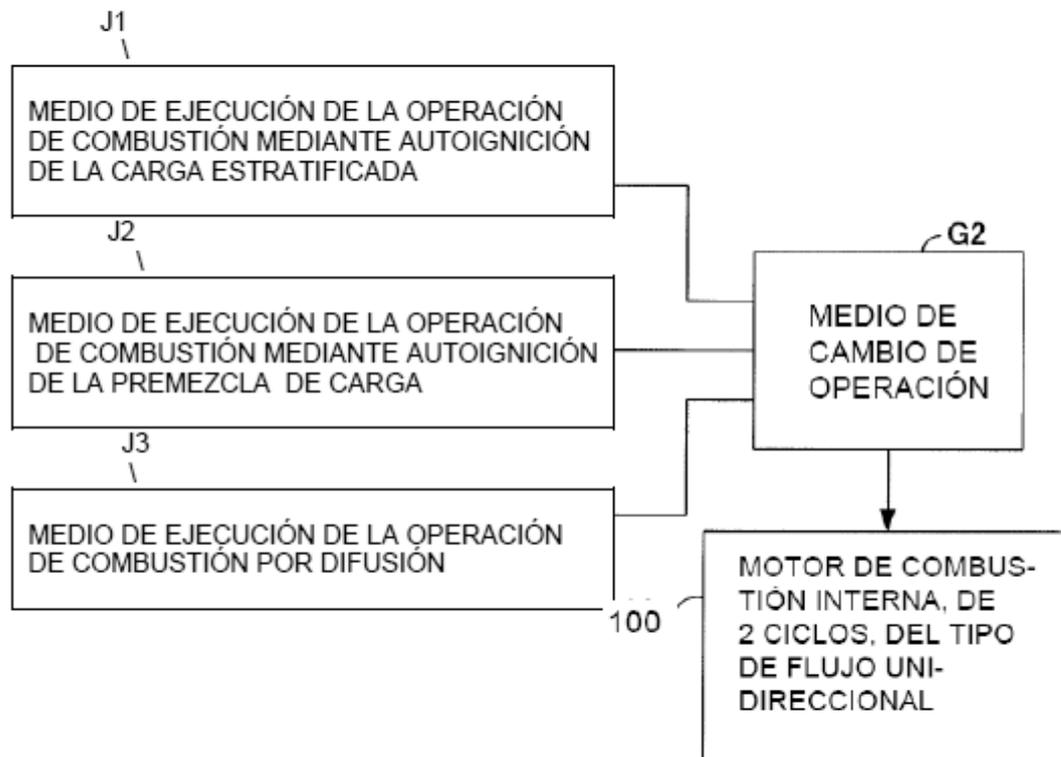


Fig. 21

