

416774



P.- 54.951

416774

22.107-174

140/143

F.C. 11-6-75

Int. Cl.:	F02B
-----------	------

Int. Cl.:	F02B 15/02, 29/00
-----------	-------------------

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

entidad japonesa

establecida en No. 5,5-chome, Yaesu, Chuo-ku, Tokyo, 104,  
Japón.

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN MOTORES DE COM-  
BUSTION INTERNA DE CUATRO TIEMPOS"

(Clase Internacional F02b)

416774



5 Este invento se refiere a motores de combustión interna de cuatro tiempos y está orientado en particular a la reducción de los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), hidrocarburos no quemados (HC), y monóxido de carbono (CO) en los gases de escape de tal motor.

10 Se ha propuesto anteriormente habilitar un motor de combustión interna de cuatro tiempos que tiene al menos un cilindro que aloja a un émbolo o pistón, teniendo el, o cada uno de tales cilindros una cámara de combustión principal definida parcialmente por dicho émbolo, una cámara de combustión auxiliar provista de medios de encendido y que comunica con dicha cámara de combustión principal a través de un paso de llamas, siendo dicha cámara de combustión auxiliar sustancialmente más pequeña que dicha cámara de combustión principal, medios para alimentar una mezcla de aire/combustible relativamente pobre a dicha cámara de combustión principal, y medios para alimentar una mezcla de aire/combustible relativamente rica a dicha cámara de combustión auxiliar.

20 Hemos descubierto ahora que es posible conseguir niveles deseablemente bajos de emisión por el escape de  $\text{NO}_x$ , HC y CO mediante la adecuada disposición de características constructivas y de funcionamiento de tal motor.

25 En un aspecto, el presente invento proporciona un motor de combustión interna de la clase mencionada en lo que

416774



5           antecede, caracterizado porque la citada cámara de combus-  
tión principal (2), la citada cámara de combustión auxi-  
liar (5) y el citado paso de llamas (3) están dimensiona-  
dos y dispuestos relativamente de tal modo que, durante ca-  
da carrera de admisión y la siguiente carrera de compresión  
en el funcionamiento del motor se forma una mezcla de aire/  
combustible (61) de riqueza moderada en la cámara de com-  
bustión principal cerca del citado paso de llamas con lo que,  
al producirse el encendido, se hace que la mezcla que hay  
10           en la cámara de combustión principal se queme de forma  
gradual, durante sustancialmente la totalidad de la carre-  
ra de expansión o motriz del émbolo (1), con una baja tempe-  
ratura máxima de combustión.

15           Considerado en otro aspecto, el invento proporci-  
ona un método para hacer funcionar un motor de la clase ya  
mencionada, caracterizado porque durante cada carrera de ad-  
misión y siguiente carrera de compresión en el funcionamien-  
to del motor, se forma una mezcla (61) de aire/combustible  
de riqueza moderada en la cámara de combustión principal  
20           cerca del citado paso de llamas con lo que, al producirse  
el encendido, se hace que la mezcla que haya en la cámara de  
combustión principal se queme de forma gradual, durante sus-  
tancialmente la totalidad de la carrera de expansión del  
émbolo (1), con una baja temperatura máxima de combustión.

25           Por consiguiente, los tres constituyentes anterior-

416774



5 mente especificados, no deseables, de los gases de escape son reducidos por mejoras en el proceso básico de combustión del motor. La reducción de la producción de  $\text{NO}_x$  se consigue manteniendo baja la temperatura máxima de combustión. Por otra parte, se mantiene la temperatura de combustión en un nivel suficientemente alto, durante un período largo, para reducir la emisión de HC. Se reducen las emisiones de CO proporcionando un exceso de oxígeno en la mezcla pobre alimentada a la cámara de combustión principal.

10 Con respecto a la reducción de la producción de  $\text{NO}_x$ , se controla el máximo de la temperatura de combustión bajo ciertas condiciones de funcionamiento de modo que no exceda de unos  $1.200^{\circ}\text{C}$  en la cámara principal. Este valor contrasta con el del máximo de la temperatura de combustión en los motores de gasolina de cuatro tiempos usuales, que puede exceder de  $2.000^{\circ}\text{C}$  bajo condiciones de carga relativamente fuerte.

15 Con respecto a la reducción de las emisiones de HC, es generalmente sabido que la mezcla combustible adyacente a las paredes del cilindro que están a temperatura relativamente baja no se quema por completo, incluso aunque se haga funcionar un motor usual en condiciones óptimas. Se favorece activamente la oxidación de los HC cuando la temperatura de combustión excede de unos  $800^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de combustión en un motor de gasolina de cuatro

20

25

416774



5 tiempos usual alcanza rápidamente un valor alto después de la inflamación de la mezcla, y baja rápidamente al expandirse los gases de la combustión. Por consiguiente, la temperatura a la cual se produce activamente la combustión de los HC en un motor usual es de muy corta duración, lo que se traduce en que escapa HC sin quemar procedente de la proximidad de las paredes de los cilindros. Por consiguiente, a fin de reducir las emisiones de HC de acuerdo con este invento, se mantiene en el cilindro la temperatura de combustión a un valor relativamente alto y durante un periodo de tiempo tan largo como sea posible.

15 Es generalmente sabido que se reducen las emisiones de CO cuando la mezcla combustible es más pobre que la relación estequiométrica de aire/combustible. Tal mezcla pobre, sin embargo, es de muy deficiente inflamabilidad, dando por resultado un funcionamiento inestable del motor; y en un caso extremo la mezcla admitida en un cilindro puede llegar a salir por el escape sin combustión. Por lo tanto, a fin de reducir las emisiones de CO, es necesario mejorar el proceso de combustión de modo que el motor pueda funcionar en régimen estable con una mezcla combustible muy pobre.

20 Las emisiones de  $\text{NO}_x$  aumentan al máximo cuando se hace funcionar el motor en condiciones de carga fuerte, y las emisiones de HC aumentan al máximo cuando el motor

416774



funciona al ralentí o en condiciones de poca carga.

5 Los requisitos anteriormente indicados en cuanto a tiempo y temperatura para lograr emisiones reducidas de  $\text{NO}_x$ , HC y CO exigen un régimen de combustión extremadamente lento de la mezcla pobre de aire/combustible. Además, se ha de prever una fuente de encendido muy intensa a fin de quemar la mezcla combustible extremadamente pobre. Por añadidura, debe regularse la velocidad de propagación de la llama de acuerdo con la carga sobre el motor para obtener  
10 la temperatura de combustión deseada.

En la técnica anterior se han propuesto motores en los cuales se buscaba reducir al mínimo la producción de hidrocarburos sin quemar en los gases de escape del motor elevando para ello la temperatura de combustión y la  
15 presión dentro de la cámara principal y usando una fuente de encendido diseñada para completar la combustión dentro de 10 ó 15 grados de recorrido angular del cigüeñal después de pasada la posición de punto muerto superior del émbolo. Tales motores propuestos pueden reducir al mínimo la producción de HC, pero solo a costa de producir una mayor cantidad de  $\text{NO}_x$ . Con tales motores de la técnica anterior no  
20 ha sido posible reducir al mínimo la producción tanto de  $\text{NO}_x$  como de HC, debido a los requisitos evidentemente contrapuestos en cuanto a temperatura de combustión. Este invento resuelve el dilema reduciendo la temperatura máxima,  
25

416774



a la que hay que atribuir la producción de  $\text{NO}_x$  manteniendo al mismo tiempo una temperatura relativamente alta durante un periodo de tiempo relativamente largo y a lo largo de sustancialmente la totalidad de la carrera de expansión del émbolo.

5

Por consiguiente, una realización preferida de este invento comprende un motor alternativo de émbolo de combustión interna de encendido por chispa de cuatro tiempos que tiene una cámara de combustión principal y una cámara de combustión auxiliar para el cilindro, o para cada uno de los cilindros, estando conectadas las cámaras por un paso de llamas, que también se designa como boquilla o tobera de soplete. Medios, tales como un primer difusor o Venturi en un carburador suministran una mezcla pobre de aire/combustible a un paso de entrada con válvula a la cámara de combustión principal, y medios adicionales, tales como un segundo difusor o Venturi en un carburador suministran una mezcla rica de aire/combustible a un paso de entrada con válvula a la cámara auxiliar. Mariposas de estrangulación separadas en los dos difusores de carburador son eficaces para variar la cantidad de mezcla suministrada a cada una de las cámaras. Los pasos provistos de válvula de las dos cámaras se abren y se cierran con una secuencia predeterminada, de modo que durante la carrera de admisión del émbolo es aspirada en la cámara principal una mezcla po-

10

15

20

25

416774



bre y en la cámara auxiliar y a través de ella y de la bo-  
quilla de soplete en la cámara principal es aspirada una  
mezcla rica. Esta mezcla rica que entra en la mezcla pobre  
que hay dentro de la cámara principal se difunde para formar  
5 una zona localizada que comprende una mezcla de riqueza mo-  
derada en la cámara principal cerca de la boquilla de so-  
plete. La subsiguiente carrera de compresión del émbolo  
invierte el movimiento de una parte de esa zona de mezcla  
moderada desde la cámara principal de vuelta, a través de  
10 la boquilla de soplete, al interior de la cámara auxiliar.  
Con el émbolo en el punto muerto superior o cerca de esa  
posición al final de la carrera de compresión, la mezcla  
de aire/combustible en la cámara auxiliar es todavía rica,  
pero su riqueza ha disminuido en cierto grado durante el  
15 recorrido en sentido inverso de una parte de la zona de mez-  
cla moderada de vuelta a la cámara auxiliar. Al mismo tiempo,  
la parte que queda de la zona de mezcla moderada bajo com-  
presión en la cámara principal y cerca de la boquilla de  
soplete permanece en su posición y es más rica que la mez-  
20 cla de aire/combustible comprimida relativamente pobre en  
el resto de la cámara principal. La parte que queda de la  
zona de mezcla moderada bajo compresión en la cámara prin-  
cipal se designa como una "nube de mezcla".

El encendido de la mezcla de aire/combustible com-  
25 primida en la cámara auxiliar se efectúa haciendo que salte

416774



5 chispa en una bujía que tiene sus electrodos dentro de la  
cámara auxiliar. La mezcla relativamente rica se inflama  
casi inmediatamente y proyecta un dardo de llama a través  
de la boquilla de soplete para inflamar la nube de mezcla  
que está en la cámara principal de combustión. Las propor-  
ciones de las partes estructurales y la riqueza de la nube  
de mezcla producen una baja temperatura máxima y una com-  
bustión gradual de la mezcla pobre durante la carrera de  
expansión del émbolo y que se extiende a lo largo de al  
10 menos 180 grados de ángulo de giro del cigüeñal. La tempe-  
ratura relativamente alta durante un periodo prolongado,  
aunque sin un máximo alto, reduce la producción de hidro-  
carburos sin quemar en los gases de escape y oxida la ma-  
yor parte del monóxido de carbono transformándolo en dió-  
xido de carbono, debido al exceso de oxígeno en la cámara  
15 principal de combustión.

Para obtener óptimos resultados, la nube de mez-  
cla debe ser formada con el tamaño apropiado, la relación  
de los volúmenes de las dos cámaras debe estar dentro de  
20 límites predeterminados y el área de la sección transversal  
de la boquilla de soplete debe ser proporcional al tamaño  
de la cámara auxiliar, dentro de límites predeterminados.  
Además, la relación

25 
$$\lambda = \frac{\text{peso del aire admitido en la cámara auxiliar}}{\text{peso del aire admitido en la cámara principal}}$$

416774



es controlada por carburadores separados que suministran  
cada uno a una de las cámaras. Los carburadores están en-  
lazados entre sí con una acción de leva para regular las  
posiciones relativas de sus mariposas de estrangulación  
5 desde condiciones de ralentí a carga del motor a plenos  
gases. La relación  $\lambda$  se hace mayor al ralentí y menor a ple-  
na carga. Por consiguiente, al ralentí se necesita una nu-  
be de mezcla grande, ya que una cantidad de gases residua-  
les grande en relación con la carga de gases frescos difi-  
10 culta la combustión, lo cual, de otro modo, daría por re-  
sultado grandes emisiones de HC mientras que las emisiones  
de  $\text{NO}_x$  son pequeñas. A plena carga debe hacerse pequeña  
la nube de mezcla para reducir la temperatura máxima y por  
tanto la cantidad de  $\text{NO}_x$ . Además, a fin de formar una nu-  
15 be de mezcla con la relación de aire/combustible requerida  
en la cámara de combustión principal,  $\alpha_a$  (relación de aire/  
combustible de la mezcla entregada a la cámara de combus-  
tión auxiliar) y  $\alpha_m$  (relación de aire/combustible de la  
mezcla entregada a la cámara de combustión principal) deben  
20 ser reguladas en relación con el caudal de aire fresco de  
las cámaras de combustión auxiliar y principal.

Otras características preferidas pero opcionales  
de este invento son:

25 La mezcla de aire/combustible rica a ser introdu-  
cida en la cámara de combustión auxiliar se calienta prime-

416774



5 ramente, de preferencia, haciéndola pasar en relación de intercambio de calor con los gases de escape calientes que salen de la cámara de combustión principal, y de este modo se vaporiza sustancialmente todo el combustible de la mezcla rica antes de su admisión en la cámara de combustión auxiliar.

10 La turbulencia se reduce preferiblemente al mínimo en la cámara principal a fin de no dispersar la nube de mezcla y con objeto de prolongar el tiempo que dura la combustión, y se favorecen las condiciones de mínimo de turbulencia reduciendo al mínimo las posibles regiones de "agitación". Es decir, que la parte de cúpula de la cámara principal formada encima del cilindro tiene el mismo tamaño y la misma forma circular que el cilindro, sin discontinuidades sustanciales.

15 Los medios de encendido están constituidos por una bujía situada, de preferencia, de modo que sus electrodos no se engrasen al incidir contra ellos la mezcla rica que se introduce en la cámara auxiliar, y de modo que no sea soplada la chispa entre los electrodos de la bujía a causa del flujo de gases procedentes de la cámara principal cerca del final de la carrera de compresión.

20 El área de la sección transversal de la boquilla de soplete se hace, de preferencia, mayor que el área de la sección transversal del venturi del carburador que su-

416774



ministra la mezcla rica a la cámara de combustión auxiliar, a fin de asegurar una regulación exacta del flujo de aire a plenos gases o en posición próxima a la de plenos gases durante toda la vida del motor.

5 La cámara de combustión principal formada entre la culata del cilindro del motor y el émbolo en el punto muerto superior es de preferencia asimétrica, y tiene mayor profundidad a un lado de la línea central y comunica con la boquilla de soplete cerca de la región de mayor profundidad.

10

El eje geométrico de la boquilla de soplete está dirigido, de preferencia, hacia el eje geométrico del cilindro y justamente por debajo de la cabeza del émbolo en la posición de punto muerto superior (PMS).

15 A continuación se describirá una realización del invento, juntamente con una modificación del mismo, a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista en alzado lateral en forma esquemática y parcialmente en sección transversal, en la que se ilustran las partes que desempeñan un papel importante de un motor de combustión interna de acuerdo con este invento;

20

Las Figs. 2, 3 y 4 son vistas en corte transversal tomadas sustancialmente por las líneas 2-2, 3-3 y 4-4,

25

416774



respectivamente, de la Fig. 1;

La Fig. 5 es una vista en corte transversal tomada sustancialmente por la línea 5-5 de la Fig. 9;

5 La Fig. 6 ilustra una parte de la Fig. 5 a una escala ampliada;

La Fig. 7 es una vista en alzado lateral en la que se ilustra una parte de la Fig. 1 a una escala ampliada y que representa un varillaje de leva para conectar las válvulas de mariposa de estrangulación de los dos carburadores;

10

La Fig. 8 es un diagrama en el que se ilustra la secuencia de fenómenos en el proceso de combustión del motor representado;

La Fig. 9 es una vista en planta de la cara inferior de la culata del cilindro por encima de la cámara de combustión principal, y que representa la posición del paso de llamas o boquilla de soplete con respecto a las válvulas para la cámara de combustión principal;

15

La Fig. 10 es una vista similar a la de la Fig. 6, en la que se ilustra una modificación;

20

Las Figs. 11 a 19 son diagramas esquemáticos que ilustran la secuencia de funcionamiento durante las carreras de admisión, compresión y expansión, que produce la nube de mezcla, y en los que se representa el modo en que esa nube de mezcla favorece la combustión gradual;

25

416774



La Fig. 20 es un gráfico que ilustra la relación entre las características de emisión y la relación de aire/combustible;

5 La Fig. 21 es un gráfico en el que se ilustra la temperatura de los gases en el cilindro, en función del ángulo de giro del cigüeñal; y

La Fig. 22 es un diagrama en el que se ilustra el modo en que el aumento de la carga del motor afecta a los pesos relativos de aire entregado a la cámara principal y a la cámara auxiliar.

10

Con referencia a los dibujos, el motor de combustión interna tiene una cámara de combustión principal 2 por encima de un émbolo 1 que define una pared movable de la misma. Un paso de llamas, denominado también boquilla de  
15 soplete 3, se extiende entre la cámara de combustión principal 2 y una cámara de combustión auxiliar 5, estando provista esta última de medios de encendido en forma de una bujía 4. Un paso de entrada 6 a la cámara principal 2 está controlado por una válvula de admisión 9, y un paso  
20 de entrada 7 a la cámara auxiliar 5 está controlado por una válvula de admisión 10. Un paso de escape 8 desde la cámara de combustión principal 2 está controlado por una válvula de escape 11. Las tres válvulas 9, 10 y 11 están montadas en la culata del cilindro del motor y son acciona-  
25 das por medios usuales, que incluyen un árbol de levas 20.

416774



El aire admitido a través de un filtro de aire 13 es mezclado con combustible en un carburador principal 14 y en un carburador auxiliar 15, y las mezclas combustibles así formadas pasan a través de un múltiple de admisión principal 16 y de una tubería de admisión auxiliar 17, respectivamente. Desde el carburador 15 es entregada una mezcla relativamente rica a la tubería de admisión 17. La bujía 4 inflama la mezcla relativamente rica en la cámara auxiliar 5 y hace que se proyecte una llama a través de la boquilla de soplete 3, para inflamar la mezcla relativamente pobre que hay en la cámara principal 2. Los gases de escape procedentes de la cámara principal 2 pasan a través del paso de escape 8 y de un forro de escape 18, y sirven para calentar la mezcla combustible rica en la tubería 17 para evitar condensaciones de combustible sobre las paredes del paso 7 y de la cámara auxiliar 5. Los gases de escape procedentes del forro 18 salen a través de un forro 19 que está dentro de un colector de escape 21.

Las partes que forman la cámara de combustión principal 2, la boquilla de soplete 3 y la cámara de combustión auxiliar 5 se han ilustrado esquemáticamente en la Fig. 1, y en la Fig. 5 se ha representado una verdadera realización de estas partes (habiéndose omitido en la Fig. 5 la válvula de admisión principal 9 para mayor claridad de la ilustración).

416774



La culata 23 del cilindro está sujeta al bloque  
12 del motor por medios usuales, no ilustrados, y entre ellos  
está fijada la junta usual 24. La cámara de combustión prin-  
cipal 2 está formada entre la parte superior del émbolo 1 y  
5 una superficie curvada 26 que define un rebajo en la culata  
23 del cilindro, enfrentada a la parte superior del émbolo.  
Partes de esta cámara de combustión principal 2 están forma-  
das por las cabezas de la válvula de admisión 9 y de la vál-  
vula de escape 11. El rebajo en la culata del motor no es si-  
10 métrico, sino que tiene mayor profundidad en la región de  
la boquilla de soplete 3. El rebajo tiene un límite circular  
que coincide con el ánima 25 del cilindro y sustancialmente  
del mismo tamaño que ésta.

La cámara de combustión auxiliar 5 está definida  
15 dentro de una envuelta 29 similar a una copa de metal de pa-  
red delgada y por el rebajo 28 para la bujía. El espacio de  
holgura 48 entre la copa 29 y las paredes 27 de una cavidad  
en la culata 23 del cilindro es tan pequeño que su efecto en  
el volumen es despreciable. La cabeza de la válvula de admi-  
20 sión 10 forma una pared de la cámara auxiliar 5. La copa 29  
es mantenida en posición por medio de una pestaña terminal  
30 fijada entre elementos de aislamiento térmico 31 y 32. La  
copa 29 tiene una primera abertura 36 alineada con la boqui-  
lla de soplete 3 y una segunda abertura 34 que comunica con  
25 el rebajo 28 para la bujía.

416774



5 Como se ha ilustrado en las Figs. 11, 12 y 13, la carrera de admisión del émbolo 1 hace que sea aspirada mezcla rica en la cámara auxiliar 5 y, a través de la boquilla de soplete 3, en la cámara principal 2. Esta mezcla rica 60  
entra en la mezcla pobre 63 suministrada desde el paso de admisión 6. Esta dispersión de la mezcla rica 60 en la mezcla pobre 63 forma una región localizada 61 que comprende una mezcla de riqueza moderada. Esta acción de difusión de mezcla rica en la mezcla pobre se continúa durante toda la carrera de admisión. En la Fig. 13 se ilustra el émbolo aproximándose a la posición de punto muerto inferior. Esta región localizada 61 que comprende una mezcla de riqueza moderada es más rica que la mezcla pobre 63 pero no tan rica como la mezcla 60 admitida en la cámara auxiliar 5.

10  
15 Durante la carrera de compresión del émbolo, como se ha ilustrado en las Figs. 14 y 15, una parte de la mezcla moderada 61 próxima a la boquilla de soplete 3 fluye de vuelta a través de la boquilla de soplete 3 y al interior de la cámara auxiliar 5. Como resultado, la mezcla que hay en la cámara auxiliar se empobrece, en relación con la riqueza original. Cuando el émbolo 1 se aproxima al punto muerto superior inmediatamente antes del encendido, como se ha ilustrado en la Fig. 15, existen las siguientes mezclas en las cámaras:

20  
25 (a) Una mezcla 62 relativamente rica en la cámara auxiliar 5 cerca de los electrodos de la bujía;

416774



(b) Una mezcla pobre 63 en la parte principal de la cámara principal 2; y

(c) Una región localizada 64 de riqueza moderada que se designa como una nube de mezcla.

5 El encendido producido por una bujía entre los electrodos de la bujía inflama la mezcla rica 62 en la cámara auxiliar 5 cuando el émbolo 1 está cerca del punto muerto superior. La llama de la combustión pasa a través de la boquilla de soplete 3 a la cámara principal 2, como se ha ilustrado en la Fig. 16. Como se ha ilustrado en la Fig. 17, la nube de mezcla 64 continúa quemándose mientras el émbolo 1 se mueve hacia abajo durante la carrera de expansión. La combustión de la nube de mezcla 64 origina una combustión gradual de la mezcla pobre 63. La combustión gradual continúa durante toda la carrera de expansión, como se ha ilustrado en las Figs. 18 y 19, la Combustión gradual, que dura toda la carrera de expansión y más allá, produce dos efectos muy importantes: en primer lugar, reduce el máximo de temperatura de combustión, de modo que éste no excede de unos 1.200°C en la cámara principal en la mayor parte de las condiciones de funcionamiento, y en segundo lugar mantiene una temperatura de combustión relativamente alta por encima de unos 800°C durante toda la carrera de expansión y durante al menos una parte de la carrera de escape. El máximo de temperatura relativamente bajo reduce al mínimo la producción de  $\text{NO}_x$  y el periodo

10

15

20

25

416774



de combustión relativamente largo a alta temperatura durante un periodo prolongado, por encima de unos 800°C, reduce al mínimo la producción de HC.

5 El volumen de la cámara de combustión auxiliar 5 guarda una importante relación con el volumen de la cámara de combustión principal cuando el émbolo 1 está en la posición de punto muerto superior. Si el volumen de la cámara de combustión auxiliar 5 es demasiado grande en relación con el volumen de la cámara de combustión principal 2, no se puede  
10 esperar una combustión eficaz de la mezcla pobre en la cámara de combustión principal, ya que la cantidad de nube de mezcla 64 formada al final de la carrera de compresión será pequeña, a fin de mantener la relación de aire/combustible total pobre; además, la energía del soplete será demasiado  
15 grande, dando por resultado una rápida combustión, un máximo de temperatura más alto y mayores emisiones de NO<sub>x</sub>. Por otra parte, si la cámara de combustión auxiliar 5 es demasiado pequeña con respecto al volumen de la cámara de combustión principal 2, la energía del soplete a través de la boquilla  
20 de soplete 3 se hace tan débil que no se quema del todo la mezcla pobre 63 que hay dentro de la cámara de combustión principal 2. Se ha comprobado que se obtienen los mejores resultados cuando el volumen de la cámara auxiliar 5 es del 5% al 12% del volumen combinado total de la cámara auxiliar 5 y  
25 la cámara principal 2, con el émbolo en la posición de punto

416774



muerto superior.

Además, si la boquilla de soplete 3, que se extiende entre la cámara de combustión auxiliar 5 y la cámara de combustión principal 2 es de área de sección transversal demasiado grande, la velocidad de soplado de la mezcla que pasa a través de la boquilla de soplete 3 disminuye durante la carrera de admisión, y como resultado se hace menor la dispersión de la mezcla rica, y aunque la nube de mezcla 64 se hace relativamente más rica, su tamaño será demasiado pequeño para producir una combustión eficaz de la mezcla pobre 63 que hay en la cámara de combustión principal 2. Por otra parte, si el área de la sección transversal de la boquilla de soplete 3 es demasiado pequeña, la velocidad de soplado de la mezcla que pasa a través de la boquilla de soplete se hace tan grande que el grado de dispersión de la mezcla resultará excesivo y se traducirá en el fallo en cuanto a formar una nube de mezcla eficaz suficiente para propagar debidamente la combustión. Se ha comprobado que se obtienen los mejores resultados cuando el área de la sección transversal mínima de la boquilla de soplete 3 es de 0,04 a 0,16 centímetros cuadrados por cada centímetro cúbico de volumen de la cámara de combustión auxiliar.

Es necesaria una combustión sustancialmente completa de la mezcla pobre de aire/combustible en la cámara de combustión principal 2 para reducir al mínimo la emisión de HC

416774



5 y de CO en los gases de escape, y esta característica de com-  
bustión sustancialmente completa se favorece situando correc-  
tamente el eje geométrico central 35 de la boquilla de sople-  
te 3; en otras palabras, la dirección del eje geométrico cen-  
tral del dardo de llama que pasa a través de la boquilla de  
10 soplete en funcionamiento. Se ha comprobado que se obtienen  
buenos resultados cuando el eje 35 pasa a través del centro  
de la superficie superior del émbolo, o justamente por deba-  
jo del mismo cuando el émbolo está en la posición de punto  
muerto superior.

La relación

$$\lambda = \frac{\text{peso del aire admitido en la cámara auxiliar}}{\text{peso del aire admitido en la cámara principal}}$$

15 es controlada por carburadores 15 y 14 enlazados entre sí  
de forma que produzcan la deseada relación de pesos de aire  
para cada una de las condiciones de funcionamiento, desde ra-  
lenti hasta carga a plenos gases del motor. Esta relación va-  
20 ría considerablemente de la posición de ralenti a la posición  
de plenos gases. Como se ha ilustrado en la Fig. 7, el carbu-  
rador 15 está provisto de una válvula de mariposa de estran-  
gulación 39 accionada por un brazo 40. Análogamente, el car-  
burador 14 está provisto de una válvula de mariposa de estran-  
25 gulación 41 accionada por el brazo 42 a través del cable 43.

416774



El brazo 42 está provisto de una superficie de leva 44, la cual se aplica al rodillo 45 seguidor de leva montado en el brazo 40. Un resorte 46 mantiene al rodillo 45 en contacto con la superficie de leva 44. La relación del grado de apertura de la válvula de mariposa de estrangulación auxiliar 39 en comparación con la apertura de la válvula de mariposa de estrangulación principal 41 viene regulada por la configuración de la superficie de la leva 44. En la realización ilustrada, los movimientos angulares de la válvula de mariposa de estrangulación principal 41 y de la válvula de mariposa de estrangulación auxiliar 39 son similares durante las etapas de apertura iniciales. No obstante, a medida que va aumentando la apertura de la válvula de mariposa de estrangulación principal 41 se reduce el régimen de aumento de la apertura de la válvula de mariposa de estrangulación auxiliar 39 (véase la Fig. 22).

En el funcionamiento del motor, y concretamente durante la carrera de admisión, es aspirada una mezcla pobre en la cámara de combustión principal desde el carburador 14 a través de la válvula de admisión 9, y al mismo tiempo es aspirada una mezcla rica en la cámara de combustión auxiliar 5 desde el carburador 15 a través de la válvula de admisión auxiliar 10. Como se ha señalado en lo que antecede, la relación de aire/combustible de la mezcla combustible en la cámara auxiliar 5, en el momento del encendido, es más pobre

416774



que la previamente proporcionada desde el carburador 15.  
Por otra parte, la relación de aire/combustible de la nube  
de mezcla 64 que queda en la cámara de combustión principal  
2 durante el tiempo de la combustión es más rica que la de  
5 la mezcla pobre 63 entregada desde el carburador principal  
14. El grado de tal cambio en la relación de aire/combusti-  
ble en las cámaras de combustión principal y auxiliar viene  
determinado por las cantidades de mezcla pobre y rica aspira-  
das en las dos cámaras de combustión. Por consiguiente, a  
10 fin de hacer funcionar el motor de combustión interna con  
una mezcla de una relación deseada de aire/combustible to-  
tal, en todo momento, es necesario variar el valor de la re-  
lación de aperturas entre las válvulas de mariposa de estran-  
gulación principal y auxiliar 41 y 39, para variar la canti-  
15 dad de mezcla cargada en las cámaras de combustión principal  
y auxiliar para diferentes aperturas de la mariposa de estran-  
gulación. (Véase la Fig. 22).

Se comprenderá, por consiguiente, que la relación  
de aperturas entre las válvulas de mariposa de estrangula-  
20 ción principal y auxiliar 41 y 39 en sus márgenes de apertu-  
ra parcial, puede mantenerse sustancialmente constante para  
producir una gran nube de mezcla en la cámara de combustión  
principal 2, para obtener de ese modo una completa combustión  
de la mezcla pobre difícil de inflamar, la cual contiene ga-  
25 ses residuales en tales márgenes de apertura. En los márge-

416774



nes de apertura más amplia de las válvulas de mariposa de estrangulación principal y auxiliar, un aumento de la apertura de la válvula de mariposa de estrangulación auxiliar 39 es reducido con relación al de la válvula de mariposa de estrangulación principal 41, para asegurar una combustión sustancialmente completa y un valor bajo de la temperatura máxima, lo cual produce un mínimo de HC y NO<sub>x</sub>.

Se desea que el régimen de combustión en la cámara principal 2 sea excepcionalmente lento y gradual, y por lo tanto es necesario eliminar una excesiva turbulencia para evitar que la nube de mezcla sea dispersada. Por esta razón, la cavidad en la culata del motor definida por la pared 26 tiene un diámetro máximo que es prácticamente el mismo que el diámetro del ánima 25 del cilindro. Por consiguiente, cuando el émbolo llega al punto muerto superior hay un área de "agitación" mínima desde la cual deben ser expulsados violentamente los gases hacia el final de la carrera de compresión. La cámara de combustión principal está diseñada y proporcionada para producir una turbulencia mínima, y esa característica de mínima "agitación" es de importancia a este respecto. Además, la boquilla de soplete 3 está situada de modo que la mezcla rica aspirada a través de la misma en la cámara principal 2 no es mezclada a fondo con la mezcla pobre aspirada a través de la válvula de admisión 9.

La copa 29 de pared delgada es de sección transver-

416774



5 sal de forma de U y está formada, de preferencia, de material resistente al calor, tal como de acero inoxidable. Preferiblemente tiene unos dos milímetros de grueso. Excepto por el rebajo 28 para la bujía, la copa 29 de pared delgada define esencialmente el límite exterior de la cámara de combustión auxiliar 5. La copa 29 está construida y montada de modo que permanece caliente durante el funcionamiento del motor ya que, en la mayor parte de su longitud, la copa no hace contacto con las paredes de la culata 23 del motor, la cual está refrigerada mediante pasos 47 de agua. Si se desea, el espacio 48 debajo de la copa 29 de pared delgada y las paredes 27 circundantes de la culata del motor pueden llenarse de cualquier material aislante térmico adecuado. No obstante, se han obtenido buenos resultados cuando se ha dejado ese espacio vacío. La copa de pared delgada es de poca capacidad térmica y está aislada térmicamente de las paredes del motor de modo que cuando se pone en marcha el motor la copa de pared delgada se calienta inmediatamente y es mantenida luego a una temperatura relativamente alta durante el funcionamiento del motor. La copa caliente impide la condensación de combustible admitido por la válvula 10 dentro de la cámara de combustión auxiliar 5, y por lo tanto contribuye a reducir las emisiones de HC en condiciones de puesta en marcha en frío.

25 Los gases de escape, en comparación con los de un

416774



motor usual, son de ordinario de temperatura más alta y contienen exceso de oxígeno, de modo que las reacciones de oxidación continúan produciéndose dentro del sistema de escape. Además, a fin de vaporizar la mezcla que se admite de un modo más completo que en los motores usuales, el paso de admisión auxiliar que conduce a la válvula 10 se mantiene a una temperatura más alta. Inmediatamente después de ponerse en marcha el motor, el colector de escape se calienta y ese calor se usa para mejorar la calidad de la mezcla suministrada a la cámara de combustión auxiliar 5. A fin de mantener la temperatura de la mezcla combustible rica entre 1400°C y 3500°C en el momento en que llega a la cámara de combustión auxiliar 5, se hace pasar la mezcla rica en relación de intercambio de calor con los gases de escape. La temperatura no deberá exceder de 3500°C para evitar fenómenos de encendido previo. Es ventajoso construir el colector de escape y el colector de admisión para la cámara auxiliar 5 como una sola unidad, de modo que se hagan tan delgados como sea posible para máxima transferencia de calor, especialmente en condiciones de puesta en marcha en frío. Además, es deseable mantener los pasos de escape calientes en todo momento para reducir al mínimo las emisiones de HC. No obstante, puesto que el colector de escape se calienta hasta unos 800°C durante el funcionamiento del motor, su resistencia disminuye y podría quedar expuesto a daños mecánicos. Además, el calor de radiación y el

416774



calor transferido hasta los carburadores tiende a hacer entrar en ebullición el combustible dentro de los carburadores, con el consiguiente funcionamiento defectuoso.

5 Por estas razones, y como se aprecia mejor en las Figs. 1 a 4, la tubería de admisión auxiliar 17 y la tubería de escape 18 tienen una pared común 50 formada de metal relativamente delgado para favorecer la transferencia de calor. La pared común 50 está formada por la fusión entre sí de partes de las tuberías 17 y 18, como se ha ilustrado en las  
10 Figs. 2 y 3. Un alojamiento 51 de pared relativamente gruesa encierra las tuberías 17 y 18 de transferencia de calor de paredes delgadas y este alojamiento 51 está sujeto, por medios usuales, a la parte de la culata 23 del cilindro que está provista de los pasos de admisión y de escape. Este alojamiento protege al forro de transferencia de calor de pared  
15 delgada caliente contra las destructoras vibraciones del motor y del vehículo, y reduce al mínimo la transferencia de calor a los carburadores.

La posición de la bujía 4 se elige de modo que sus  
20 electrodos 49 estén situados fuera de la copa caliente 29 y fuera de la trayectoria que sigue la mezcla rica que entra en el interior de la copa 29 entre la válvula 10 y su asiento estacionario. De este modo, los electrodos 49 están protegidos contra contacto con cualesquiera gotitas de combustible que pueda haber contenidas en la mezcla rica. Los electro  
25

416774



dos de la bujía están también situados de modo que no existe una trayectoria de "visual" directa a través de la boquilla de soplete 3 y de las aberturas 36 y 34 de la copa a los electrodos. De este modo, el rápido flujo que tiene lugar desde la cámara principal 2 a la cámara auxiliar 5 durante la carrera de compresión del émbolo 1, no provoca un chorro de gases tan fuerte que pudiera originar un fallo de encendido por soplado de la chispa de la bujía entre los electrodos 49. El eje 35 del estrechamiento 3 de la boquilla de soplete está dirigido hacia la parte superior de la cámara de combustión auxiliar 5, mientras que la abertura 34 que comunica con el rebajo 28 de la bujía está apartada a un lado de ese eje. En consecuencia, la bujía 4 genera su chispa sin peligro sustancial de que sea soplada. La parte redondeada inferior de la copa 29 forma un receptáculo 67 para recoger en un charco cualesquiera gotitas de combustible que no se hayan vaporizado. Tales gotitas de líquido pueden acumularse en las condiciones de puesta en marcha antes de que el motor esté caliente, y se impide así que las gotitas entren en la cámara principal 2 para aumentar las emisiones de HC como resultado de una combustión incompleta.

Es importante que el área de la sección transversal mínima de la boquilla de soplete 3 sea mayor que el área de la sección transversal mínima de la garganta del venturi o difusor 37 en el carburador 15 para la cámara de combustión

416774



auxiliar 5. Cuando el motor está funcionando a plena carga, o casi a plena carga, la cantidad de mezcla combustible rica entregada a la cámara de combustión auxiliar 5 deberá ser determinada por el tamaño del venturi 37, y, análogamente, la cantidad de mezcla combustible pobre entregada a la cámara de combustión principal 2 deberá ser determinada por el tamaño del venturi 38. Las paredes internas de la boquilla de soplete 3 están sometidas a acumulación de impurezas, incluidas las de carbonilla, después de un cierto periodo de uso. La reducción del tamaño de la boquilla de soplete 3 por acumulación de impurezas, incluidas las de carbonilla, impondrá una limitación en la cantidad de mezcla combustible rica que podría llegar a la cámara de combustión auxiliar 5. Esta limitación alteraría, a su vez, el correcto equilibrio entre la mezcla rica suministrada por el carburador 15 y la mezcla pobre suministrada por el carburador 14. En consecuencia, el área de la sección transversal mínima del venturi 37 en el carburador 15 se hace menor que el área de la sección transversal mínima de la boquilla de soplete 3.

El gráfico de la Fig. 8 ilustra detalles del proceso de combustión en el funcionamiento de un motor que incorpora este invento. Ese gráfico ilustra las curvas de presión y de temperatura de los gases de la combustión en la cámara de combustión principal 2 para cada posición de ángulo de giro del cigüeñal, cuando se suministran las mezclas de

416774



aire/combustible apropiadas a ambas cámaras de combustión, la principal y la auxiliar. Los valores de temperatura se producen en el punto "T" o cerca de éste, como se ha ilustrado en la Fig. 5. El punto A en la curva de presiones re-  
5 presenta el punto en el que se inicia la propagación de la presión a la cámara de combustión principal 2, cuya presión es generada en la cámara auxiliar 5 después de inflamada y quemada la mezcla rica. Este aumento de la presión continúa hasta el punto B.

10 El punto A' en la curva de temperaturas corresponde al punto A en la curva de presiones. El bajo nivel de temperatura en el punto A' significa que hasta el momento representado por ese punto el frente de llamas no ha llegado a la cámara de combustión principal. El punto B' en la curva de  
15 temperaturas corresponde al punto B en la curva de presiones, cuando la temperatura de los gases en la cámara de combustión principal ha ido aumentando después de haber tenido lugar la propagación de la llama hasta la cámara de combustión principal desde la cámara de combustión auxiliar. En otras palabras,  
20 la combustión en la cámara auxiliar 5 se ha completado en el punto B o en el B', y el frente de llamas se ha extendido a la nube de mezcla 64 en la cámara principal 2 cerca de la boquilla de soplete 3. La velocidad de la combustión hasta el, punto C de máxima presión es relativamente alta, dando  
25 por resultado el aumento de temperatura entre los puntos B'

416774



y C'. Después del punto C de máximo, cuando el émbolo ha empezado a moverse hacia abajo, la presión disminuye también. No obstante, la temperatura continúa aumentando después del punto C', lo cual significa que toda la mezcla combustible que hay en la cámara principal 2 no se ha quemado todavía por completo, y que la mezcla residual continúa quemándose gradualmente durante la carrera descendente del émbolo.

La gran diferencia en la velocidad de combustión justamente antes del punto C en comparación con la que hay después del punto C se debe a la diferencia de relación de aire/combustible en la mezcla combustible en la cámara de combustión principal 2 cerca de la boquilla de soplete 3. La combustión en la cámara principal 2 continúa durante la carrera descendente del émbolo, dando lugar al máximo de temperatura en el punto D'. En ese punto de la carrera del émbolo, el volumen del cilindro es extremadamente grande, de modo que el máximo de la temperatura de combustión se mantiene en un valor sensiblemente bajo en comparación con el de un motor de combustión interna usual, en el cual la temperatura máxima se produce no después de 20° a 30° de pasado el punto muerto superior. El punto D' está aproximadamente a 90° después del punto muerto superior.

El punto E representa el punto de apertura de la válvula de escape. La temperatura correspondiente se ha representado en el punto E', el cual se ha señalado notablemen-

416774



te más alto que el de un motor de combustión interna de cuatro tiempos usual. Es también de hacer notar el régimen muy lento de disminución de la temperatura después del punto D', lo cual significa que la mezcla residual en la cámara principal 2 continúa quemándose durante la carrera de escape del émbolo.

La curva de temperaturas ilustra que se dispone de más tiempo para oxidar hidrocarburos del que es posible con los motores usuales, y que los gases de escape a alta temperatura pueden ser utilizados eficazmente para precalentar la mezcla que se admite y para oxidar los hidrocarburos todavía sin quemar en el tubo de escape.

Una vez elegidos los tamaños relativos de la cámara auxiliar y de la cámara principal, y elegido el tamaño de la boquilla de soplete con respecto al de la cámara auxiliar, los factores que determina el tamaño y la relación de aire/combustible de la nube de mezcla son:

$$\frac{\text{peso de aire admitido en la cámara auxiliar}}{\text{peso de aire admitido en la cámara principal}} = \lambda$$

la relación de aire/combustible de la mezcla admitida en la cámara auxiliar =  $\lambda_a$

416774



la relación de aire/combustible de la mezcla admitida en la cámara principal =  $\alpha_m$

Si suponemos que R es igual a la relación

peso de aire admitido en la cámara auxiliar

5

peso total de aire admitido en ambas cámaras

se tiene que  $R = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$

10 El tamaño de la nube de mezcla viene determinado en gran medida por la relación  $\lambda$  o R, y la relación de aire/combustible de la nube de mezcla inmediatamente antes de la inflamación viene determinada principalmente por  $\alpha_a$ .

15 En condiciones de poca carga, es deseable que la relación R se haga relativamente grande, a fin de reducir HC. En una condición de carga fuerte, es deseable hacer pequeña la relación R para óptimo control de  $\text{NO}_x$ . Además, se pueden reducir al mínimo las emisiones de  $\text{NO}_x$  y de HC seleccionando debidamente la relación de aire/combustible de la nube de mezcla con relación a R en diversas condiciones de

20 carga. La relación de aire/combustible de la nube de mezcla viene determinada principalmente por  $\alpha_a$ . Es decir, que cuanto mayor sea  $\alpha_a$  tanto mayor será la relación de aire/combustible de la nube de mezcla; cuanto menor sea  $\alpha_a$  tanto menor será la relación de aire/combustible. Puesto que  $\alpha_m$  es mucho

25 mayor que  $\alpha_a$ , el efecto de  $\alpha_m$  en la relación de aire/com-

416774



bustible de la nube de mezcla es bastante menor que el de  $\alpha_a$ .

5 En condiciones de carga fuerte, la relación R se hace pequeña, a fin de reducir al mínimo las emisiones de  $\text{NO}_x$ . Cuando se hace muy pequeña la relación R, es deseable tener una relación de aire/combustible rica para la nube de mezcla, de modo que la propagación de la llama en la mezcla pobre se mejore por aceleración, evitándose con 10 ello las grandes emisiones de HC. Esto se logra haciendo  $\alpha_a$  pequeña. Cuando se hace algo mayor la relación R bajo una condición de carga fuerte, se acelera excesivamente la propagación de la llama. A fin de reducir  $\text{NO}_x$ , es mejor, por consiguiente, tener una nube de mezcla pobre, es decir, un valor grande de  $\alpha_a$ . En otras palabras, la relación R 15 deberá ser menor en una condición de carga fuerte que en una condición de carga pequeña. Pero hay un límite máximo para la relación  $R/\alpha_a$  independientemente del cambio en la relación R. En una serie particular de ensayos, se comprobó que los datos de emisión óptima se obtuvieron cuando 20 el valor de la relación  $R/\alpha_a$  estaba comprendido entre 0,0055-0,016, siguiendo la norma de ensayos admitida basada en una velocidad de crucero de 80 km/h. A 80 km/h de velocidad de crucero del automóvil, que se designará en lo que sigue como la condición de ensayo normalizado, la 25 temperatura máxima en la cámara de combustión principal no

416774



excede de unos 1.200°C.

Quando se convierten las anteriores consideraciones en términos de flujo de combustible a la cámara de combustión auxiliar:

5

$$G_{fa} = R \cdot \frac{G_t}{\alpha_a} = R \cdot \eta_v V_{st} \cdot \frac{\gamma_a}{\alpha_a}$$

donde

10

$G_{fa}$  = peso de combustible admitido a la cámara auxiliar

$R = \frac{\text{peso de aire admitido a la cámara auxiliar}}{\text{peso total de aire admitido en ambas cámaras}}$

$G_t$  = peso total de aire admitido en ambas cámaras

15

$\alpha_a$  = relación de aire/combustible de mezcla admitida en la cámara auxiliar

$\eta_v$  = rendimiento volumétrico

$\gamma_a$  = peso específico del aire (una constante)

20

$V_{st}$  = desplazamiento del motor (cilindrada)

Puesto que  $\eta_v$  viene determinada por la carga,

$$\frac{G_{fa}}{V_{st}} = K \cdot \frac{R}{\alpha_a} \text{ donde } K = \eta_v \cdot \gamma_a = \text{a una constante bajo una condición de carga dada.}$$

25

416774



En las condiciones de crucero a 80 km/h (condición de ensayo normalizado), se obtienen los mejores resultados cuando el flujo de combustible a la cámara auxiliar por unidad de capacidad del cilindro, por ciclo, es de:

5

$3,5 \times 10^{-6} - 5,5 \times 10^{-6}$  gramos por centímetro cúbico por ciclo.

10 En condiciones de carga pequeña, es deseable hacer la nube de mezcla mayor que en condiciones de carga fuerte, con el fin de controlar las emisiones de HC. Cuando se hace suficientemente grande la relación R, la propagación de llama es buena, y es deseable tener una nube de mezcla relativamente pobre, desde el punto de vista  
15 del control de las emisiones de  $\text{NO}_x$ . Por supuesto, si la mezcla es demasiado pobre no se quemará. Pero, puesto que la relación R es bastante mayor en condiciones de carga pequeña que en condiciones de carga fuerte, la relación  $R/\alpha_a$  es mayor que en condiciones de carga fuerte.

20 Cuando se elige una relación R algo menor bajo una condición de carga pequeña, es deseable hacer que la relación de aire/combustible de la nube de mezcla sea pequeña (valor pequeño de  $\alpha_a$ ) para suplementar la propagación de la llama. Se ha comprobado que hay un nivel óptimo para  
25 la relación  $R/\alpha_a$  en condiciones de carga pequeña, y se



416774

obtienen usualmente los resultados óptimos a ralenti cuando la relación  $R/\alpha_a$  tiene un valor comprendido entre 0,013-0,030.

5 No obstante, la potencia necesaria para el ralenti varía, incluso entre motores de la misma cilindrada, de acuerdo con los diseños de las partes móviles y con el número y tipos de accesorios que sean accionados por el motor. Es decir, que la temperatura de combustión durante el ralenti varía considerablemente entre los diferentes  
10 motores. En condiciones de ralenti, por consiguiente, resulta a veces más deseable hacer la nube de mezcla grande, incluso a costa de emitir más  $\text{NO}_x$ , o bien hacer la relación de aire/combustible de la nube pequeña (es decir, hacer grande el valor de  $R/\alpha_a$ ) con el fin de evitar las  
15 grandes emisiones de HC. Cuando se controla así la emisión de HC a costa de la de  $\text{NO}_x$ , es a veces deseable hacer  $R/\alpha_a = 0,035$ . Tomando esto en consideración, el régimen a ralenti es:

20 
$$\frac{R}{\alpha_a} = 0,013 - 0,035$$

Si se efectúa el ajuste del carburador de la manera descrita en lo que antecede, se puede elegir apropiadamente  $\alpha_a$  entre los valores 2 y 6.

25 En tanto que la relación total de aire/combustible

416774



esté fijada, la relación  $R/\alpha_a$  guarda una relación constante con la relación  $G_{fa}/G_{ft}$ .

Los cambios en tipo y en cilindrada de los motores no hacen variar grandemente la relación total de aire/combustible  $\alpha_t$  bajo las diferentes condiciones de carga. Es deseable ajustar el carburador de tal manera que  $\alpha_t$  esté próxima a la relación estequiométrica de mezcla al ralentí, y más pobre que para ralentí en condiciones de carga fuerte, cuando es necesario controlar  $NO_x$ .

Por consiguiente, para cada condición de carga se puede expresar  $R/\alpha_a$  en términos de  $G_{fa}/G_{ft}$ . La deseada combustión limpia se puede lograr ajustando la apertura de la válvula de mariposa de estrangulación auxiliar con relación a la abertura de la válvula de mariposa de estrangulación principal de tal modo que se obtenga un valor óptimo de la relación  $G_{fa}/G_{ft}$  en todas las condiciones de carga. Los márgenes óptimos de  $G_{fa}/G_{ft}$  son los siguientes:

	Ralentí	0,20 - 0,55
20	crucero a 80 km/h (condición de ensayo normalizado)	0,10 - 0,30
	Plena carga	0,06 - 0,18

En la modificación ilustrada en la Fig. 10, la apertura  $\beta_a$  está agrandada de modo que una parte de la



416774

5 copa caliente 29 está directamente expuesta a la cámara  
de combustión principal 2. La apertura 36 en la pared de  
la copa 29 se convierte entonces en el estrechamiento de  
la boquilla del soplete. El eje 35a es el eje del agujero  
perforado que forma la apertura 36. Esta forma modificada  
del estrechamiento de la boquilla de soplete ha demostra-  
do ser superior en condiciones de puesta en marcha en  
frío. En los demás aspectos la modificación ilustrada en  
la Fig. 10 tiene la misma construcción y el mismo modo  
10 de funcionamiento que se han descrito en lo que antecede.

Los gráficos ilustrados en las Figs. 20 y 21  
comparan las características de los motores de émbolo de  
combustión interna de encendido por bujía de cuatro tiem-  
pos usuales con las de los motores que incorporan el pre-  
sente invento. En la Fig. 20 se compara la producción  
15 de  $\text{NO}_x$ , HC y CO para motores usuales y para motores que  
incorporan el presente invento. La Fig. 21 ilustra el  
modo en que los motores usuales con características de  
combustión usuales producen un alto valor máximo de la  
temperatura de los gases en el cilindro, e ilustra el mo-  
do en que los motores del presente invento producen un  
valor máximo de la temperatura mucho más bajo. Además, se  
20 ve que la zona de reacción de HC en el motor usual abarca  
mucho menos tiempo que la zona de reacción de HC para  
los motores que incorporan el presente invento.  
25

416774



En un motor típico realmente construido y hecho funcionar de acuerdo con este invento, se emplearon los siguientes valores dimensionales y de otros tipos, y se midieron las temperaturas:

5	Número de cilindros	4
	Calibre	84 mm
	Carrera	88 mm
	Cilindrada total	1.950,7 cc
10	Volumen de la cámara principal ( $V_m$ )	62,5 cc
	Volumen de la cámara auxiliar ( $V_a$ )	4,2 cc
	Area de la sección transversal del estrechamiento de la boquilla de soplete ( $F_t$ )	0,503 cm <sup>2</sup>
	Relación de compresión	8,3:1
15	Máximo de temperatura en la cámara principal, en condiciones de ensayo normalizado, aproximadamente	1.200°C
	Máximo de temperatura de los gases de escape, a plena carga	900°C
20	Relación total de aire/combustible, a plena carga	18,5
	Relación total de aire/combustible, al ralentí	15,5
25	Relación de aire/combustible, mezcla rica, tanto al ralentí como a plena carga ( $\alpha_a$ )	3,0

416774



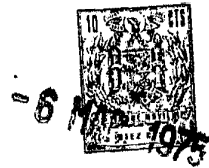
Relación de aire/combustible, mezcla pobre, a plena carga ( $\alpha_m$ )	20,6
Relación de aire/combustible, mezcla pobre, al ralenti ( $\alpha_m$ )	23,3

5

Los ensayos físicos reales en motores de automóvil cons-  
truidos de acuerdo con este invento han demostrado que las  
emisiones de  $\text{NO}_x$ , HC y CO en los gases de escape están sus-  
tancialmente por debajo de los niveles máximos permitidos  
para 1975 por la United States Environmental Protection  
Agency (Servicio de Protección Ambiental de los EE.UU. de  
América) según la "Clean Air Act" (Acta referente a la  
limpieza del aire ambiente) publicada en la "40 CFR" Parte  
85, según la cual se han de medir las emisiones de escape  
en las siguientes condiciones. Iniciando el funcionamiento  
del motor con una puesta en marcha en frío, se va acelerando  
gradualmente hasta una velocidad de 45 km/h, se mantiene a  
esa velocidad durante 15 a 20 segundos, se va decelerando  
gradualmente hasta 25km/h, se mantiene a esa velocidad du-  
rante 10 a 15 segundos, se va acelerando gradualmente hasta  
una velocidad máxima de 60 km/h, y luego se va decelerando  
gradualmente hasta ralenti y se para, debiendo estar sin-  
cronizado todo el proceso para que en el mismo se inviertan  
130 segundos. Luego se hace rodar el motor durante un tiem-  
po equivalente a un recorrido de 80.000 km antes de repetir



416774



admisión principal para alimentar una mezcla relativamente pobre de aire-combustible a dicha cámara de combustión principal, y un paso de admisión auxiliar para, alimentar una mezcla relativamente rica de aire-combustible a dicha cámara de combustión auxiliar, caracterizados porque el volumen de dicha cámara de combustión auxiliar está comprendido entre el 5% y el 12% del volumen total combinado de dicha cámara de combustión auxiliar y la cámara de combustión principal cuando el pistón se encuentra en su punto muerto superior, y el área en sección transversal del paso de llama es de entre 0,04 y 0,16 cm<sup>2</sup> por cada centímetro cúbico de la cámara de combustión auxiliar, y porque la cámara de combustión principal está configurada para reducir al mínimo la turbulencia en ella, por lo que en la cámara de combustión principal, cerca de dicho paso de llama, al final de la carrera de compresión, se forma una mezcla de aire-combustible de riqueza moderada, de manera que al producirse la ignición de la mezcla en la cámara de combustión principal, se provoca la combustión en forma gradual, sustancialmente en la totalidad de la carrera de explosión del pistón con una temperatura de combustión máxima baja.

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales la cámara de combustión

MGE

416774



principal está definida por la parte superior del pistón, la pared del cilindro, y un rebajo en la culata, caracterizados porque hay una suave transición sin escalones entre la pared del cilindro y el rebajo de la culata con el fin de reducir al mínimo la turbulencia en la cámara de combustión principal.

5  
3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, o la reivindicación 2ª, caracterizados porque dicho paso de llama está dispuesto de manera que al producirse la ignición, la llama se desplaza simétricamente desde la cámara de combustión auxiliar hacia el eje geométrico del pistón y esté inclinada con respecto a dicho eje geométrico.

10  
4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, según los cuales el motor incluye carburadores principal y auxiliar respectivos, cada uno de los cuales tiene un paso de venturi y una válvula de acelerador para alimentar mezclas relativamente pobre y relativamente rica a dichas cámaras de combustión principal y auxiliar, caracterizados porque el área mínima en sección transversal de dicho paso de llama es mayor que el área mínima en sección transversal del paso de venturi de dicho carburador auxiliar.

20  
5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 4ª, caracterizados por la provisión de me-

ME

416774



- 6 MAR. 1975

5 dios de control para controlar los movimientos de apertura y de cierre de ambas válvulas de acelerador citadas, simultáneamente pero a distintas velocidades relativas, entre las posiciones de marcha en vacío y de totalmente abiertas.

10 6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque dicha cámara de combustión auxiliar está definida por una envoltura metálica de pared delgada, de poca capacidad calorífica y de elevada conductividad térmica.

15 7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, caracterizados porque dicha envoltura está hecha de acero inoxidable.

20 8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con las reivindicaciones 6ª o 7ª, caracterizados porque el cuerpo de dicha envoltura está separado de la pared circundante de una cavidad de la culata del motor.

25 9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6ª a 8ª, caracterizados porque dicha envoltura tiene sustancialmente forma de receptáculo y está sujeta en posición mediante una brida o pestaña que se extiende en torno a su borde.

25 10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6ª a 9ª, caracterizados

MCE

416774



6 MAR. 1975

porque dicha envoltura tiene una abertura en su pared, cuya abertura forma por lo menos parte de dicho paso de llama.

5 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei vindicación 10ª, caracterizados porque dicha abertura for ma solamente la entrada a dicho paso de llama, estando formado el resto del paso de llama en la culata.

10 12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei vindicación 10ª, caracterizados porque dicha abertura constituye la totalidad del paso de llama citado.

15 13ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 12ª, caracterizados porque dicha envoltura tiene una segunda abertura en su pared, que proporciona comunicación entre dichos medios de encendido y el interior de dicha envoltura.

20 14ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei vindicación 13ª, según los cuales dichos medios de encendido están constituidos por una bujía, caracterizados porque dicha segunda abertura está desalineada con respecto a la primera abertura mencionada y los electrodos de dicha bujía están situados fuera de la trayectoria de circulación de la mezcla aire-combustible al interior de dicha cámara de combustión auxiliar.

25 15ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según los qua

ME

416774



5 les el motor incluye medios para conducir gases de escape desde dicha cámara de combustión principal, caracterizados porque dichos medios de conducción de escape incluyen un conducto en relación de conducción de calor con dichos medios de alimentación de mezcla rica.

10 16ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según los cuales el motor incluye medios para conducir gases de escape desde dicha cámara de combustión principal, caracterizados porque dichos medios de conducción de escape incluyen un conducto de pared delgada dentro de un alojamiento envolvente que tiene una pared relativamente gruesa.

15 17ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque dicha cámara de combustión principal tiene una profundidad mayor en un lado del eje geométrico del pistón, junto al paso de llama.

20 18ª.- Perfeccionamientos introducidos en motores de combustión interna de cuatro tiempos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

25

26-2-75

*M/E*

416774

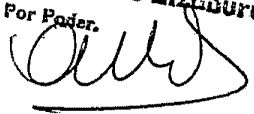
10 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100  
- 6 MAR. 1975

Esta Memoria consta de cuarenta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid,  
P.A.

- 6 MAR. 1975

Alberto de Elzaburu  
Por Poder.  


26-2-75  
jui



416774

FIG. 1.

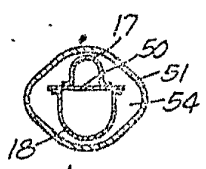
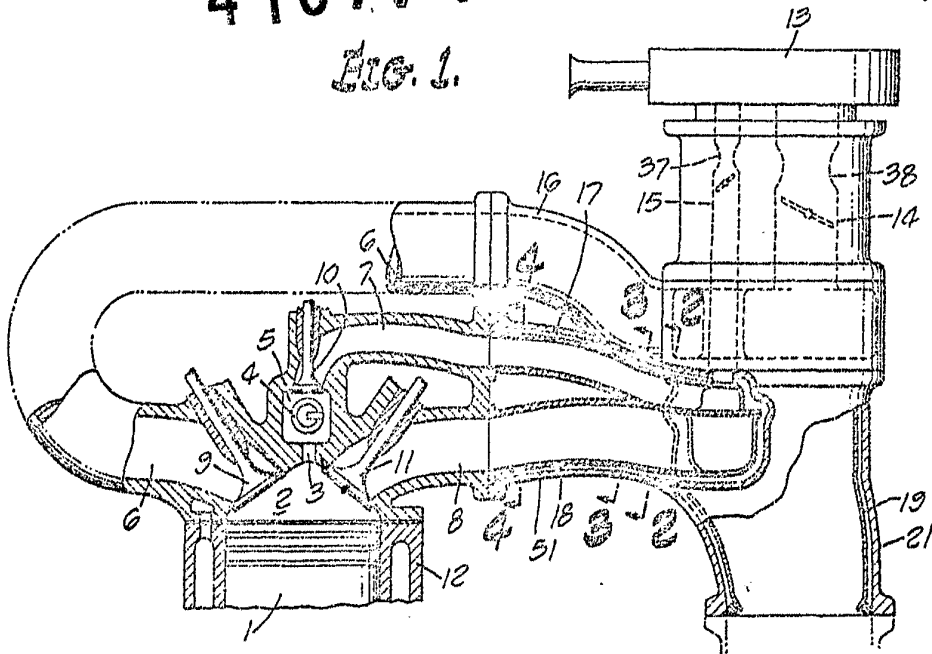


FIG. 2.

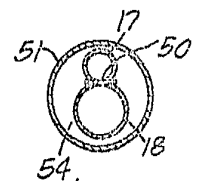


FIG. 3.

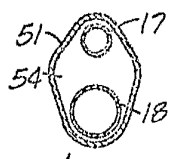


FIG. 4.

Alfonso de Lizasoain  
 For Patent

416774

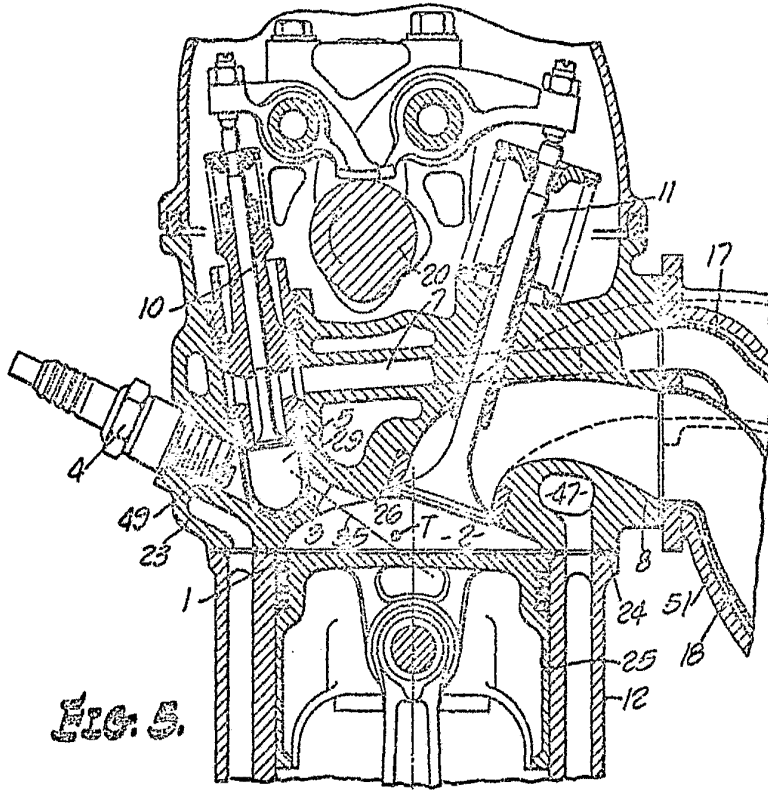


FIG. 5.

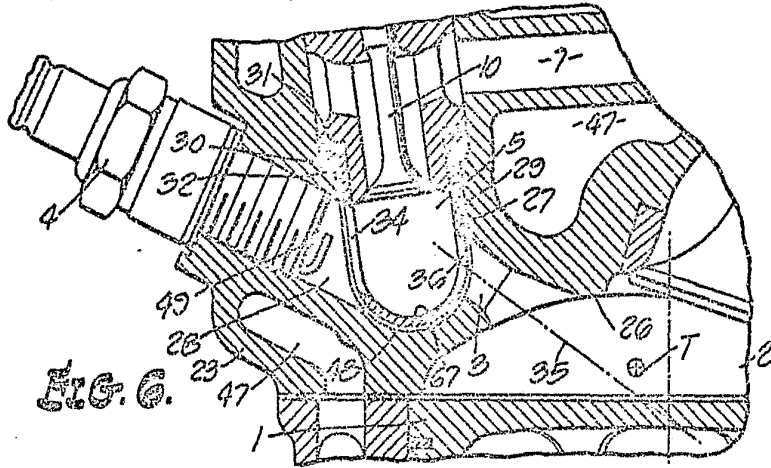


FIG. 6.

*Handwritten signature*

416774

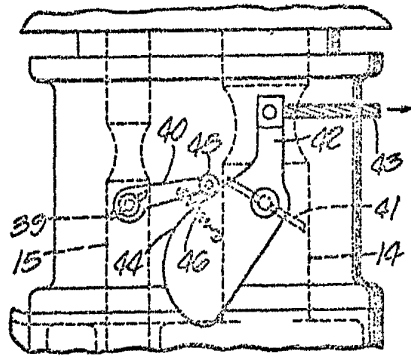


FIG. 7.

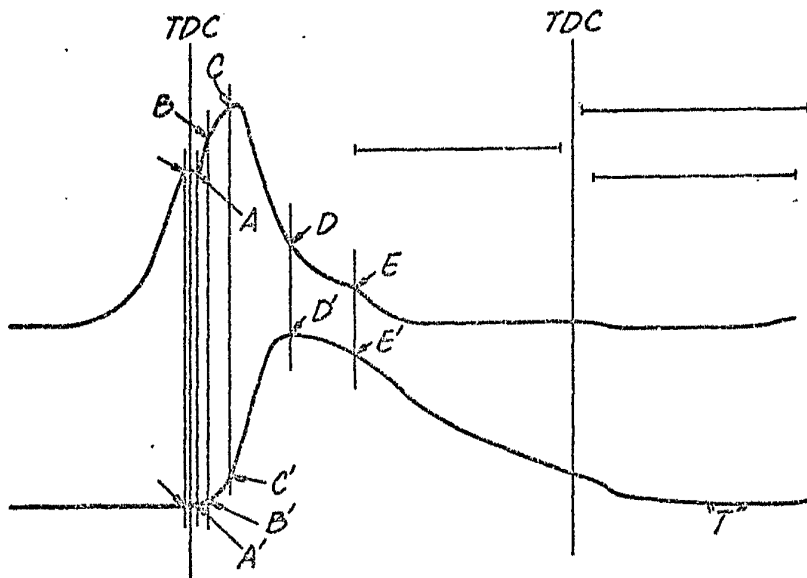


FIG. 8.

Alberto de F.  
Per Basso

416774



FIG. 9.

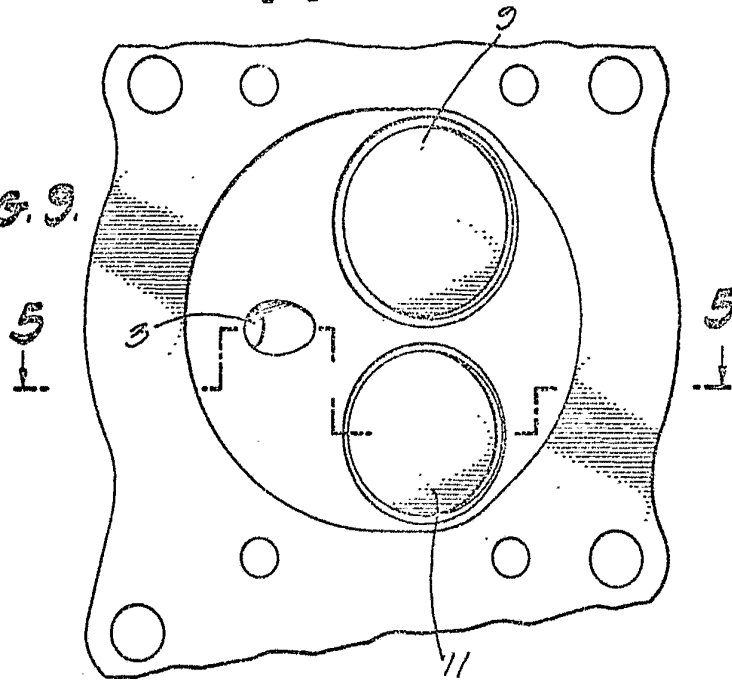
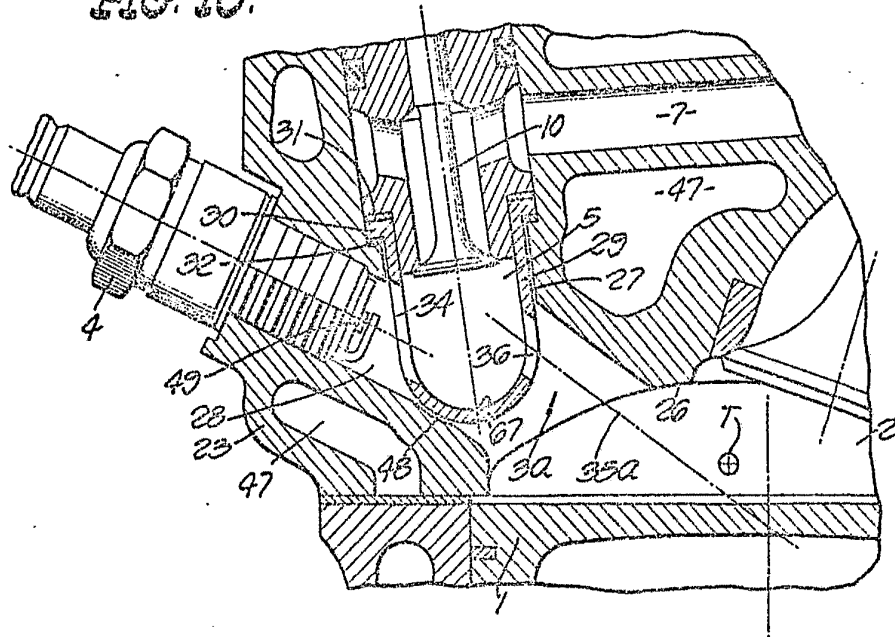


FIG. 10.



*Older*

P-59951

416774

110



FIG. 11.

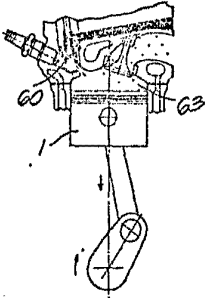


FIG. 12.

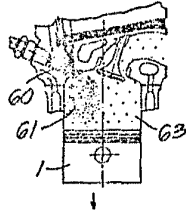


FIG. 13.

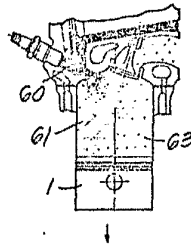


FIG. 14.

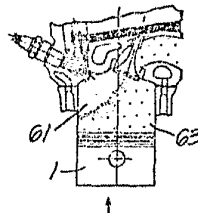


FIG. 15.

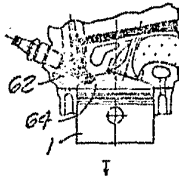
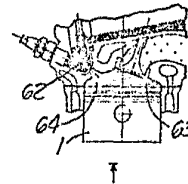


FIG. 16.

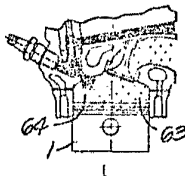


FIG. 17.

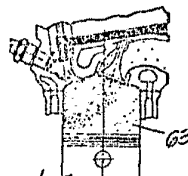


FIG. 18.

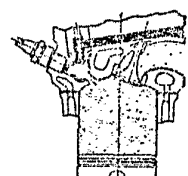


FIG. 19.

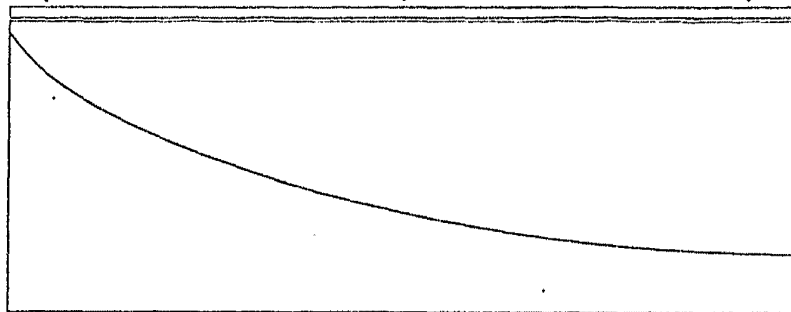
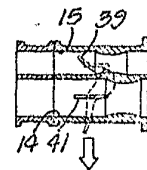
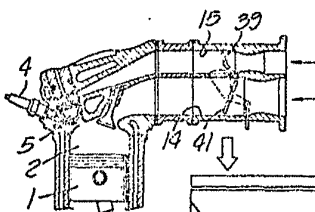


FIG. 22.

*Handwritten signature or initials.*

416774

77

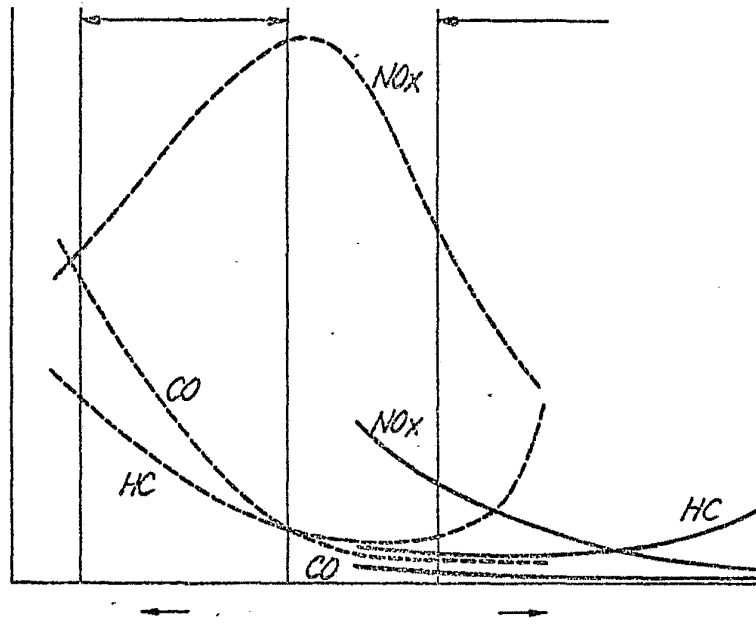


Fig. 20.

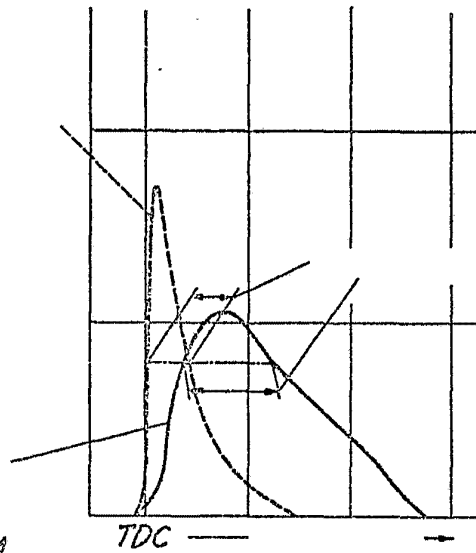


Fig. 21.

Shigeo de Kiyoharu  
1967.10.18