

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

20 FEB. 1979

NUMERO	473797
FECHA DE PRESENTACION	29.9.78

AI



ESPAÑA

# PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 937.553		(32) FECHA 1.9.78	(33) PAIS EE.UU.
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL F02B	(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
(54) TITULO DE LA INVENCION "SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTION EXTERNA"			
(71) SOLICITANTE (S) Q. CORPORATION (Case 54.279)			
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 755 West Big Beaver Rd. Troy, Michigan, Estados Unidos de América			
(72) INVENTOR (ES) E. Quimby Smith, Jr.			
(73) TITULAR (ES)			
(74) REPRESENTANTE D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 70.019)			

1           La presente invención se refiere a un sistema de funcionamiento de un motor con un combustible recirculable, relativamente no contaminador.

5           Los motores de vehículos a motor, en el uso presente, funcionan casi sin excepción con petróleo, o gasolina que se produce del petróleo.

10           Hay dos objeciones principales contra estos motores. Una es que el combustible que usan no es recirculable, y a la presente velocidad de consumo se pueden agotar pronto las reservas de petróleo del mundo. Una segunda objeción es que los productos de combustión del combustible, cuando se expulsan a la atmósfera, son una causa principal de contaminación del aire.

15           Entre los objetos de la presente invención está el proporcionar un sistema de funcionamiento de un motor que utiliza un combustible recirculable, relativamente no contaminador. El combustible se elige del grupo que consta de magnesio, aluminio, magnesio más aluminio, aleación de magnesio-aluminio, hidruro de magnesio, hidruro de aluminio e hidruro de magnesio-aluminio. Un combustible podría estar constituido, por ejemplo, por una masa comprimida o sinterizada de partículas de alguno o todos los materiales que constituyen el grupo anterior. Los productos sólidos de combustión serían óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), óxido de magnesio ( $MgO$ ), hidróxido de magnesio ( $Mg(OH)_2$ ) e hidróxi-

1 do de aluminio ( $Al(OH)_3$ ). Estos óxidos e hidróxidos se  
pueden recoger y reducir a magnesio y aluminio, y reformar  
para nuevo uso como combustible o para otros usos finales,  
tal como, por ejemplo, en la manufactura de recipientes o  
5 latas para alimentos y otros productos. El combustible es  
relativamente no contaminador, ya que después de recoger  
los óxidos e hidróxidos no hay sustancialmente nada más que  
aire a expulsar a la atmósfera.

Entre otros objetos se incluyen la utilización de  
10 los productos de combustión para precalentar el aire usado  
para quemar el combustible; proporcionar un separador pa-  
ra recoger la porción sólida de los productos de combustión,  
para recirculación; hacer uso del separador como cámara de  
combustión del combustible; y usar unos medios de transmi-  
15 sión de calor, tales como una tubería de calor de sodio, u  
otra, de tal manera que el fluido de trabajo del motor se  
caliente indirectamente a través de la tubería de calor.  
Desde luego, el fluido de trabajo también se puede calen-  
tar directamente, sin usar medios de transmisión de calor.

20 Otros objetos y características de la invención  
se harán más evidentes a medida que avanza esta descripción,  
especialmente cuando se consideran conjuntamente con los di-  
bujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama que ilustra el sistema  
25 de la invención, incluyendo la recirculación del combusti-

1 ble a una instalación de conversión tras uso en el motor.

La Figura 2 es una vista semidiagramática de un motor tipo Stirling, que funciona por el sistema de la invención.

5 La Figura 3 es una vista tomada sustancialmente según la línea 3-3 de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista diagramática que muestra los cilindros del motor y los canales para el fluido de trabajo.

10 La Figura 5 es similar a una porción de la Figura 2, pero muestra una modificación.

La Figura 6 es una vista en sección fragmentaria, que ilustra otra modificación.

15 La Figura 7 muestra una modificación de una porción de la estructura de la Figura 2, siendo el resto de la estructura igual que en la Figura 2.

La Figura 8 muestra otra modificación de la Figura 2.

20 La Figura 9 muestra una modificación de una porción de la estructura de la Figura 5, siendo la porción de la estructura que no se muestra igual que en la Figura 5.

Haciendo ahora referencia más en particular a los dibujos, y especialmente a la Figura 1, el sistema de la invención implica el funcionamiento de un motor, tal como un motor Stirling, con un combustible que se elige del

25

1 grupo que consta de magnesio, aluminio, magnesio más alumi-  
nio, aleación de magnesio-aluminio, hidruro de magnesio, hi-  
druro de aluminio e hidruro de magnesio-aluminio. En otras  
5 palabras, el combustible puede comprender cualquiera o cua-  
lesquiera de los materiales del grupo. Supóngase que el com-  
bustible contiene magnesio y aluminio, aleados o no, así co-  
mo sus hidruros. Los productos sólidos de combustión, con-  
cretamente óxido de magnesio ( $MgO$ ), óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ),  
hidróxido de magnesio ( $Mg(OH)_2$ ) e hidróxido de aluminio  
10 ( $Al(OH)_3$ ), resultantes del funcionamiento del motor, se  
recogen. Luego se llevan a una instalación de conversión,  
para recirculación. Para el funcionamiento de la instala-  
ción de conversión se puede usar cualquier central de ener-  
gía adecuada, tal como, por ejemplo, una central de energía  
15 nuclear o hidroeléctrica, o una que funcione con carbón o  
petróleo. En la instalación de conversión, los óxidos e hi-  
dróxidos de magnesio y aluminio se reducen a magnesio y alu-  
minio y sus hidruros, que luego se reforman para producir  
combustible que se puede usar de nuevo para el funcionamien-  
to del motor. Si se desea, algo del magnesio y aluminio re-  
20 circulados se puede usar para manufactura de otros produc-  
tos, tal como recipientes o latas, que luego se pueden re-  
coger y recircular como combustible.

La producción de magnesio se puede efectuar por  
25 cualquier procedimiento adecuado, tal como, por ejemplo, por

1 reducción térmica de óxido de magnesio usando ferrosilicio.  
También se ha hecho por reducción térmica de óxido de mag-  
nesio con silicio. Para una descripción más completa de  
5 estos procedimientos, que son bien conocidos, se hace re-  
ferencia a "Magnesio y aleaciones de magnesio", en la En-  
cyclopedia of Chemical Technology de Kirk-Othmer, 2ª ed.,  
Nueva York, Londres, Sidney, Toronto, División Interscien-  
ce Publishers de John Wiley and Sons, Inc., 1967, vol. 12,  
págs. 661-708. Se pueden usar otros procedimientos.

10 La producción de aluminio se puede efectuar por  
cualquier procedimiento adecuado, tal como, por ejemplo,  
descomponiendo alúmina ( $Al_2O_3$ ) mediante una corriente eléc-  
trica continua que circula a través de una cuba electrolí-  
tica que contiene alúmina disuelta en criolita. El alumi-  
15 nio se deposita en el cátodo. La operación se efectúa a una  
temperatura de 940°C a 980°C. Para una descripción más com-  
pleta del procedimiento, que es bien conocido, se hace re-  
ferencia a "Aluminio y aleaciones de aluminio" en la Ency-  
clopedia of Chemical Technology de Kirk-Othmer, 2ª ed., Nue-  
20 va York, Londres, División Interscience Publishers de John  
Wiley and Sons, Inc., 1963, vol. 1, págs. 929-989. Se pue-  
den usar otros procedimientos.

25 La producción de hidruro de magnesio ( $MgH_2$ ) se  
puede efectuar por cualquier medio adecuado. Dado que el  
hidrógeno es soluble en el magnesio, la producción se pue-

1 de efectuar burbujeando hidrógeno a través de magnesio en  
forma de polvo o fundida, a temperatura y presión elevadas,  
por ejemplo 470°C y 50 atmósferas de presión. La cantidad  
de hidruro de magnesio formado dependerá del periodo de  
5 tiempo durante el que se continúe el procedimiento. La pro-  
porción entre magnesio puro e hidruro de magnesio se puede  
controlar así variando el tiempo. Se pueden usar otros pro-  
cedimientos.

La producción de hidruro de aluminio ( $\text{AlH}_3$ ) se  
10 puede efectuar por cualquier medio adecuado. Dado que el  
hidrógeno también es soluble en aluminio, la producción se  
puede efectuar burbujeando hidrógeno a través de aluminio  
en forma de polvo o fundida, a temperatura y presión eleva-  
das. De nuevo, la proporción entre aluminio puro e hidruro  
15 de aluminio dependerá del periodo de tiempo durante el que  
se continúe el procedimiento. También se puede formar  $\text{AlH}_3$   
por la siguiente reacción química:

$$\text{AlCl}_3 + 3 \text{LiH} \xrightarrow{\text{Et}_2\text{O}} \text{AlH}_3 + 3 \text{LiCl}.$$
 Se pueden usar otros  
procedimientos.

20 La producción de hidruro de magnesio-aluminio  
( $\text{Mg}(\text{AlH}_4)_2$ ) se puede hacer por cualquier medio adecuado, tal  
como burbujeando hidrógeno a través de una aleación de mag-  
nesio-aluminio, en forma de polvo o fundida, a temperatura  
y presión elevadas, dependiendo del tiempo la proporción en-  
25 tre aleación de magnesio-aluminio e hidruro de magnesio-alu

1 minio en la mezcla final. Se pueden usar otros procedimientos.  
2

5 Haciendo ahora referencia a las Figuras 2 y 3, se muestra diagramáticamente un sistema de motor que comprende un motor 10 Stirling. Se disponen medios para alimentar varillas 12 de combustible a una cámara 13 de combustión, para suministrar el calor necesario para el funcionamiento del motor. También se muestra un separador 15, para separar el residuo sólido de los productos de combustión.  
10

15 El motor 10 solo es ilustrativo de un tipo de motor que se puede emplear. Se pueden usar motores Stirling de otros diseños, así como motores que funcionen según los ciclos Rankine y Brayton. Todos los tales motores pueden ser motores de combustión externa, y lo han de ser para los fines de la presente invención. Todos los motores Stirling funcionan según un ciclo termodinámico regenerativo cerrado, y los motores Rankine y Brayton funcionan según ciclos termodinámicos regenerativos tanto cerrados como abiertos.

20 Se debe señalar que los productos de combustión del combustible quemado, concretamente los óxidos e hidróxidos de aluminio y magnesio, son sólidos y son abrasivos, y por tanto no son adecuados para uso en un motor de combustión interna. Por esta razón, este combustible se usa en  
25 motores de combustión externa.

1 El motor 10, como se ha indicado, es un motor tipo Stirling. Su diseño es de cuatro cilindros y placa motriz de doble acción, y se elige para fines de ilustración. También se consideran otros diseños, incluyendo los del tipo de acción única. Son posibles las configuraciones en línea, tipo V y otras, y puede ser deseable el uso de cámaras de combustión y separadores múltiples, así como cámaras de combustión-separadores combinados múltiples, tales como se muestran en la Figura 5. El accionamiento, en vez de ser un accionamiento de placa motriz, podría ser un accionamiento rómbico, riana u otro. El motor 10 tiene cuatro cilindros C1-C4, dispuestos en un círculo en relación de igual espaciamiento angular en el bloque B de cilindros, para dar un desplazamiento de fase exacto de 90° entre los movimientos del pistón en cada cilindro. Los pistones P1-P4 se desplazan de manera alternativa en los cilindros.

15 El diagrama de la Figura 4 muestra los cuatro cilindros y los canales de trabajo que conectan a los cilindros, y es útil para entender el funcionamiento del motor. Cada uno de los espacios A, B, C y D de expansión está conectado por uno de los canales o conductos de trabajo, 31-34, al espacio de compresión en la parte inferior del siguiente cilindro. Los espacios de compresión se designan por W, X, Y y Z. A veces, en la terminología Stirling, los espacios de expansión se denominan espacios calientes y los espacios

1 de compresión se denominan espacios fríos. Así, el canal  
31 se extiende desde el espacio A de expansión de la parte  
superior del cilindro C1 al espacio Z de compresión de la  
parte inferior del cilindro C4. El canal 32 se extiende des  
5 de el espacio B de expansión de la parte superior del ci-  
lindro C2 al espacio W de compresión de la parte inferior  
del cilindro C1, etc. Cada uno de estos canales pasa por un  
calentador H, regenerador R y enfriador C. El regenerador  
puede ser una matriz de metal finamente dividido, en forma  
10 de alambres o tiras, y se puede concebir como una esponja  
termodinámica que absorbe y desprende calor alternativamen-  
te.

El motor 10 elegido para fines de ilustración es-  
15 tá diseñado con placa motriz de doble acción, con cualquier  
fluido adecuado, tal como aire, hidrógeno o helio, como  
fluido de trabajo en los espacios de expansión y compre-  
sión y canales de conexión. Por ser de doble acción, ha-  
brá variación de presión efectiva a ambos lados de cada pis-  
tón. El diseño termodinámico de este motor se ha calculado  
20 de tal manera que tiene una fase óptima de presión de  $63^\circ$ ,  
lo que significa que la presión alcanzará su valor máximo  
a un ángulo de cigüeñal de  $63^\circ$  tras haber estado el pistón  
en su posición de punto muerto superior. La proyección axial  
(es decir, de trazos) del punto V en los círculos por deba-  
25 jo de cada uno de los cilindros, en la Figura 4, indica la

1 posición del pistón en cada cilindro, y la proyección axial  
del punto P da la presión del cilindro por encima del pis-  
tón.

5 En este diseño sugerido, el pistón P1 de la Fi-  
gura 4 se ha desplazado  $63^\circ$  en ángulo de cigüeñal desde  
que el pistón ha estado en el punto muerto superior. La  
presión en la parte superior del pistón P1, de acuerdo  
con el diseño termodinámico calculado para este motor, se-  
rá 207 atmósferas, y la presión en la parte inferior 150  
10 atmósferas. El pistón P2, que aún se está desplazando ha-  
cia abajo, tiene 150 atmósferas en la parte superior y 106  
atmósferas en la inferior. El pistón P3, que asciende, tie-  
ne 106 atmósferas en la parte superior y 150 atmósferas en  
la parte inferior. El pistón P4, que asciende, tiene 150 at-  
15 mósferas en la parte superior y 207 atmósferas en la infe-  
rior. Debido a esas diferencias de presión, cada pistón pro-  
duce trabajo casi continuamente. En este diseño de motor  
Stirling que se propone, los espacios de expansión trabajan  
a una temperatura alta ( $1674^\circ$  Rankine) y los espacios de com-  
20 presión trabajan a una temperatura relativamente baja ( $629^\circ$   
Rankine). Las temperaturas y presiones antes mencionadas  
son temperaturas y presiones teóricas calculadas. Los as-  
pectos teóricos y prácticos de este motor se exponen en el  
texto "Motores de ciclo Stirling" (Stirling Cycle Engines),  
25 por el Dr. G. Walker, Oxford, Clarendon Press, 1973.

1                   //                   Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2, la  
varilla 40 de pistón de cada pistón tiene un acoplamiento  
42 en la cámara 44 del motor. La placa motriz 46 gira en  
la cámara 44 alrededor del eje 48, y tiene surcos o pistas  
5   50 y 52, circulares, en las superficies superior e inferior,  
donde se aplican rodillos 54 y 56 llevados por los acopla-  
mientos, para hacer que la placa motriz gire a medida que  
los pistones ascienden y descienden.

10                   El canal o conducto que conecta el espacio A de  
expansión en la parte superior del cilindro C1 y el espa-  
cio Z de compresión en la parte inferior del cilindro C4  
se designa 31. Como se muestra en la Figura 2, este con-  
ducto se extiende a la cámara 13 de combustión dentro del  
alojamiento 62 (la cual cámara de combustión constituye el  
15   calentador H que se muestra diagramáticamente en la Figura  
4), y luego se extiende de nuevo al bloque B de cilindros,  
atravesando el regenerador R y el refrigerante C, hasta el  
espacio de compresión. Los otros canales 32-34, análogamen-  
te, atraviesan la cámara 13 de combustión, regenerador R y  
20   refrigerante C, en su camino al espacio de compresión del  
siguiente cilindro.

25                   El aire y combustible son suministrados o trans-  
portados a la cámara 13 de combustión, donde se quema el  
combustible. La combustión del combustible produce la alta  
temperatura necesaria para calentar el fluido de trabajo

1 en los espacios de expansión de los cilindros, para accio-  
nar el motor. El combustible puede estar en muchas formas,  
y puede consistir en varillas de una aleación de magnesio-  
-aluminio. Las cantidades de magnesio y aluminio en la alea-  
5 ción pueden ser cualesquiera dentro del intervalo completo  
de proporciones que se pueden alear efectivamente. Una pro-  
porción sugerida o deseable entre magnesio y aluminio en la  
aleación es 35% en peso de magnesio y 65% en peso de alu-  
minio. Las varillas de aluminio puro o magnesio puro, o  
10 magnesio más aluminio, también se consideran como combus-  
tibles a quemar en la cámara de combustión. Las varillas de  
magnesio más aluminio se pueden formar con partículas com-  
primidas o sinterizadas de magnesio y aluminio. Si estos dos  
metales se combinan en el combustible, se prefiere que estén  
15 aleados, pero si se desea se pueden usar los metales por se-  
parado o juntos sin que estén aleados. La combinación de  
magnesio y aluminio es deseable y constituye un combustible  
preferido, debido a que el aluminio proporciona el calor  
necesario para hacer funcionar el motor, y el magnesio, al  
20 tiempo que también suministra calor, tiene la capacidad de  
arder fácilmente y hacer arder a su vez al aluminio.

Como se ha indicado antes, en el combustible se  
puede incluir uno o más de lo siguiente: magnesio, aluminio,  
magnesio más aluminio, aleación de magnesio-aluminio, hidru-  
25 ro de magnesio, hidruro de aluminio e hidruro de magnesio-

1 -aluminio. Los hidruros son ventajosos y constituyen un com  
bustible preferido, debido a que cuando se queman producen  
más calor que el magnesio o aluminio solos. Sin embargo, la  
reacción de los hidruros en presencia de agua puede ser pe-  
5 ligrosa. Un combustible dado puede contener todos los mate-  
riales dentro del grupo especificado, en cantidades varia-  
bles, dependiendo de los requisitos concretos, o cualquie-  
ra o cualesquiera de tales materiales. Así, un combustible  
puede contener, por ejemplo, tanto magnesio como aluminio,  
10 ya estén aleados o no, con o sin adición de uno o más de los  
hidruros para aumentar la producción de calor.

La reacción química, cuando se quema magnesio pu-  
ro, es:  $Mg + 1/2 O_2 \longrightarrow MgO$ , con un cambio de entalpía  
o desprendimiento de calor de  $-143,84 \text{ kcal/mol-g}$ . Para el  
15 aluminio, la reacción es:  $2 Al + 3/2 O_2 \longrightarrow Al_2O_3$ , con un  
desprendimiento de calor de  $-399,09 \text{ kcal/mol-g}$ .

La combustión de un combustible que contiene mag-  
nesio y/o aluminio se puede acelerar con agua, como se des-  
cribe más adelante de forma más completa en relación con  
20 algunos de los dibujos. Si se añade agua en la combustión  
de magnesio, la reacción sería:  $Mg + H_2O + 1/2 O_2 \longrightarrow Mg(OH)_2$   
con un desprendimiento de calor de  $-152 \text{ kcal/mol-g}$ . Esto  
representa un aumento de la cantidad de calor desprendido  
cuando se quema magnesio en presencia de agua, respecto a  
25 cuando no hay agua presente. Hay un aumento similar del ca-

1 lor desprendido cuando se quema aluminio en presencia de  
agua, aunque solo se puede esperar de la reacción una can-  
tidad relativamente pequeña de hidróxido de aluminio  
(Al(OH)<sub>3</sub>), ya que el aluminio se combina más fácilmente pro-  
5 duciendo óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Si se quema hidruro de magnesio (MgH<sub>2</sub>) la reac-  
ción es como sigue:  $MgH_2 + O_2 \longrightarrow MgO + H_2O$ , con un des-  
prendimiento de calor o cambio de entalpía de -183,4 kcal/  
mol-g. Así, la combustión de MgH<sub>2</sub> con oxígeno producirá un  
10 desprendimiento de calor sustancialmente mayor que el mag-  
nesio puro.

Es sabido que el MgH<sub>2</sub> reacciona enérgicamente con  
agua. La reacción es:  $MgH_2 + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2H_2$ , y  
el desprendimiento de calor es -67 kcal/mol-g. Una reacción  
15 subsiguiente de H<sub>2</sub> con oxígeno producirá un desprendimiento  
total de calor de -182,66 kcal/mol-g, lo que está muy cer-  
ca del desprendimiento de calor del MgH<sub>2</sub> con oxígeno.

La siguiente reacción es también posible cuando  
se quema MgH<sub>2</sub>:  $MgH_2 + O_2 \longrightarrow Mg(OH)_2$ , produciendo -202,8  
20 kcal/mol-g. Esto representa un aumento sustancial respecto  
al magnesio puro, en cuanto a cantidad de calor desprendido.

Cuando se quema hidruro de aluminio (AlH<sub>3</sub>) tiene  
lugar la siguiente reacción:  $2 AlH_3 + 3O_2 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$ ,  
con un desprendimiento de calor de -550,5 kcal/mol-g, lo  
25 que representa una mejora sustancial respecto a la combus-

1 tión de aluminio puro.

5 Las anteriores reacciones químicas muestran que la combustión de  $MgH_2$  produce un desprendimiento de calor mayor que el Mg puro. Se ha mostrado la misma comparación para  $AlH_3$  y Al puro. Hay una mejora similar en el desprendimiento de calor de  $Mg(AlH_4)_2$  respecto a Mg y Al, ya estén mezclados o aleados.

10 Continuando con una descripción de la Figura 2, una o más varillas 12 de combustible se introducen en la cámara de combustión por el conducto 70, por unos medios adecuados tales como unos rodillos 72 de alimentación, accionados de cualquier manera adecuada, y preferiblemente a una velocidad relacionada con la demanda térmica del motor. Si se desea, la varilla de combustible se puede escindir longitudinalmente según se introduce en la cámara de combustión, para proporcionar dos o más tiras de la aleación metálica en secciones menores, que se quemarán más rápidamente. Los cortadores, que pueden ser cuchillas en forma de discos susceptibles de giro axial, están indicados diagramáticamente en 74.

20 También se considera que las varillas de combustible puedan estar trenzadas, o tener cualquier otra configuración que se considere deseable o adecuada, dependiendo de la velocidad de combustión y de los requisitos de calor del motor. El uso de cortadores para dar a las varillas

25

1 de combustible la forma de tiras a medida que entran en  
la cámara de combustión es simplemente indicativo de una  
manera en que se pueden tratar las varillas para alterar  
su velocidad de combustión. La alteración de la velocidad  
5 de combustión puede requerir un cambio de la velocidad a  
que se introduce la varilla, para mantener el frente de  
llama en la situación apropiada. Otra manera de variar el  
calor desprendido sería aumentar el número de varillas in-  
troducidas en la cámara de combustión, como se describirá  
10 más completamente más adelante.

El conducto 70 por el que las varillas de combus-  
tible se introducen en la cámara de combustión en un con-  
ducto de aire, mediante el cual se admite aire en la cáma-  
ra de combustión para quemar el combustible. Unos agujeros  
15 71 con cierre hermético, en el conducto, admiten las vari-  
llas. Se puede disponer una soplante para aspirar aire por  
la entrada 70' y forzar al aire a la cámara de combustión.  
Para este fin se emplea la soplante 80, que en este caso se  
20 muestra situada en el conducto 70. El conducto 70 tiene pre-  
feriblemente una restricción venturi 81, donde se dispone  
un dispositivo de encendido I, que se muestra diagramáti-  
camente en forma de una llama de propano o butano, por ejem-  
plo, para encender el combustible a través de un orificio  
25 del conducto, de manera que a la derecha del dispositivo de

1 ignición I el combustible está ardiendo, y continúa ardiendo a medida que entra en la cámara de combustión. En vez de un encendido tipo llama se puede usar un encendido por chispa, en cuyo caso la restricción venturi no serviría para nada y se eliminaría. El encendido, por chispa o por llama, se podría situar en el conducto 70 ó en la cámara 13 de combustión. En las realizaciones de las Figuras 5 y 9, descritas de manera más completa más adelante, el encendido por chispa o por llama se podría situar en el conducto 70  
5  
10 ó en la cámara de combustión-separador 15 ó 150.

El agua procedente de la tubería 69 se puede introducir en el conducto 70 por el anillo 69' de pulverización, más allá del punto de encendido, para pulverizar agua sobre las varillas de combustible en combustión justamente antes de su entrada en la cámara de combustión. Realmente, el agua se podría pulverizar sobre las varillas de combustible después de que entren en la cámara de combustión. El agua aumenta la velocidad de combustión del combustible, y produce más calor. La parte sólida de los productos de combustión, cuando se usa agua, comprenderá hidróxido de magnesio (quizá también una cantidad muy pequeña de hidróxido de aluminio) que se puede reducir a magnesio o aluminio, según métodos conocidos antes mencionados.  
15  
20

La Figura 2 muestra la porción de canal 31 dentro de la cámara de combustión extendiéndose a través de una tu-  
25

1      bería 100 de calor. La tubería de calor se usa para calentar  
indirectamente el fluido de trabajo en el canal, hasta una  
temperatura suficiente para el funcionamiento del motor. La  
tubería 100 de calor es una tubería de calor de sodio, que  
5      se prefiere porque es capaz de transferir grandes cantida-  
des de calor desde una superficie grande a una superficie  
pequeña, con una diferencia de temperatura muy pequeña. Se  
pueden emplear otros medios de transmisión de calor, inclu-  
yendo tuberías de calor distintas de las tuberías de calor  
10     de sodio. La tubería 100 de calor de sodio consiste en una  
cámara herméticamente cerrada, llena de sodio, y que abar-  
ca completamente a la porción de canal 31 que está dentro  
de la cámara de combustión. La superficie interior de la  
tubería de calor está provista de un revestimiento interior  
15     101, de material poroso, en el que el líquido, en este ca-  
so sodio líquido, se puede absorber y transportar mediante  
fuerzas de capilaridad.

El sodio se vaporiza debido al calor de la cámara  
de combustión. Los vapores de sodio se condensan luego so-  
20     bre la superficie del conducto 31, relativamente más frío.  
Durante la condensación se cede calor, condensando el sodio,  
que luego vuelve a fluír, bajo la acción de fuerzas de capi-  
laridad en el revestimiento interior poroso, hasta la super-  
ficie de la tubería de calor, relativamente más caliente.  
25     Las líneas de trazos justamente dentro de la superficie de

1 la tubería de calor indican el revestimiento interior poroso.

5 Se entenderá que las porciones de los otros canales 32-34 dispuestas en la cámara de combustión también se pueden extender a través de una tubería de calor de sodio, similar a la tubería 100 de calor. Además, dos o más de los canales 31-34 se pueden extender a través de una tubería de calor común.

10 Un conducto 82 conduce desde la cámara de combustión a un separador 15, cuyo objeto es separar los sólidos ( $MgO$  y  $Al_2O_3$  (y  $Mg(OH)_2$  y  $Al(OH)_3$ , si se usa agua o hidruros como acelerador)) de los productos de combustión retirados de la cámara de combustión, y desprender o expulsar los productos gaseosos de combustión a la atmósfera. Aunque no  
15 se requiere en la mayoría de los casos, se puede disponer una soplante 86 en el conducto 82, para aspirar los productos de combustión desde la cámara de combustión y forzarlos al separador 15.

20 El separador 15 puede ser de diversos tipos, pero en este caso se muestra como un separador de torbellino en forma de un alojamiento que tiene una sección 88 superior circular, una sección 90 intermedia cónica, y un receptáculo 92 en la parte inferior. Los productos gaseosos y sólidos de combustión entran en el separador periféricamente,  
25 en la sección 88 circular, y se hace que giren rápidamente

1 en ella. La línea 94 en zigzag en el separador ilustra dia-  
gramáticamente la trayectoria helicoidal de las partículas  
sólidas de combustión, a medida que caen al fondo del sepa-  
rador, para recogerlas en el receptáculo 92. Se puede dispo-  
5 ner en el receptáculo una abertura, adaptada para ser cubier-  
ta con una tapa adecuada, para retirar los sólidos. La por-  
ción gaseosa de los productos de combustión se expulsa a  
la atmósfera por la salida central de la parte superior,  
indicada en 96. El escape es sustancialmente solo aire, y  
10 por tanto no contaminador.

La densidad de los sólidos ( $MgO$ ,  $Al_2O_3$  y  $Mg(OH)_2$ )  
en relación al aire es alta, y por tanto se recomienda un  
procedimiento centrífugo usando un separador de torbellino.  
El colector de polvo comercial descrito en el "Brochure for  
15 American Standard Industrial Products Department" (Folleto  
del Departamento americano de productos industriales nor-  
malizados), serie 322, Colector de polvo, catálogo F-1201,  
tiene un tamaño, peso y flujo de aire adecuados para los  
fines de la presente invención como colector de sólidos, pe-  
20 ro se puede aumentar o disminuir de tamaño. El objetivo de  
cero de contaminadores y completa recirculación puede re-  
querir que se use un precipitador electrostático u otro  
tipo de colector de sólidos, en vez de o en serie con el  
separador de torbellino, ya que el  $MgO$ ,  $Al_2O_3$  y  $Mg(OH)_2$  son  
25 diamagnéticos.

1                    Se observará que el aire de entrada en el con-  
ducto 70 y los productos de salida de la combustión, en el  
conducto 82, atraviesan un cambiador de calor 98 de preca-  
5                    lentamiento, de manera que el aire de entrada es precalen-  
tado por los productos calientes de la combustión. Todos los  
elementos, incluyendo la cámara de combustión, conductos, y  
el cambiador de precalentamiento, con flujo de gas o partí-  
culas calientes, están aislados térmicamente según buenos  
métodos de diseño.

10                    En el uso, la varilla o varillas 12 de combusti-  
ble se introducen por el conducto 70 mediante los rodillos  
72 de alimentación, al mismo tiempo que la soplante 80 fuer-  
za aire por el conducto. La velocidad a que se avanzan la  
varilla o varillas de combustible, y su tamaño, dependerán  
15                    de la demanda de energía del motor. El combustible es en-  
cendido por el dispositivo I de encendido, y arde en la cá-  
mara de combustión 13, elevando la temperatura en ella lo  
suficiente para calentar al fluido de trabajo en los espa-  
cios de expansión de los cilindros, para accionar el motor.  
20                    Como se ha indicado antes, el fluido de trabajo se calienta  
de preferencia de manera indirecta, a través de las tuberías  
de calor de sodio que rodean a los canales de trabajo, aun-  
que se pueden emplear otros medios de transmisión de calor,  
así como calor directo.

25                    Los productos sólidos y gaseosos de combustión se

1 retiran de la cámara de combustión y se fuerzan al separa-  
dor 15 de torbellino. Los productos calientes de combustión,  
retirados por el conducto 82, precalientan al aire de en-  
trada en el conducto 70 mediante el cambiador 98 de preca-  
5 lentamiento.

Los productos sólidos de combustión se recogen en el receptáculo 92 en el fondo del separador. La porción gaseosa de los productos de combustión, sustancialmente solo aire puro, se expulsa a la atmósfera por la abertura 96.

10 Los productos sólidos de combustión en el receptáculo 92, suponiendo que el combustible contiene magnesio y aluminio, aleados o no, y/o sus hidruros antes mencionados, comprenderán óxido de magnesio ( $MgO$ ) y óxido de aluminio o alúmina ( $Al_2O_3$ ), y además hidróxido de magnesio  
15 ( $Mg(OH)_2$ ) y quizá algo de hidróxido de aluminio ( $Al(OH)_3$ ). Estos sólidos se transfieren a una estación de conversión en la que se reducen a los elementos magnesio y aluminio, según métodos conocidos antes mencionados.

El magnesio y aluminio se vuelven a alear y/o con-  
20 vertir en hidruro, y se les da forma de varillas o cualquier otra configuración deseada o adecuada, para volver a usarlos como combustible en el motor, o en otros productos de consumo.

El combustible recirculado es susceptible de ser  
25 usado una y otra vez. Los gases expulsados a la atmósfera

1 son sustancialmente no contaminadores.

5 La Figura 5 ilustra una modificación de la invención en la que el separador 15 de torbellino sirve también como cámara de combustión, y por tanto se puede denominar  
10 apropiadamente cámara de combustión-separador. Las partes correspondientes a las descritas en las Figuras 2 y 3 se identifican por los mismos numerales de referencia, y se observará que el combustible que arde en el conducto 70 entra directamente en la cámara de combustión-separador  
15 por el punto en que, en la Figura 2, los productos de escape de la combustión entran en el separador. Se puede pulverizar agua sobre el combustible que arde, mediante el conducto 69 que tiene un anillo 69' de pulverización que se abre al conducto 70, más allá del punto de encendido. El  
20 combustible que arde calienta la cámara dentro del separador, que, como se ha indicado, se convierte ahora en cámara de combustión, y los productos sólidos de combustión ( $MgO$  y  $Al_2O_3$ , e incluyendo  $Mg(OH)_2$  si se usan agua o hidruros) siguen una trayectoria helicoidal al receptáculo 92, en el fondo de la cámara de combustión-separador 15, mientras que los productos gaseosos de combustión salen de la cámara de combustión-separador por la salida 96 de escape en la parte superior. Se verá que la cámara de combustión-separador 15 está alojada en un material adecuado para alta temperatura,  
25 tal como carbono grafito 93, que es resistente y tiene bue-

1 nas propiedades de conductividad térmica, para transmitir  
calor desde la cámara de combustión-separador a la tubería  
100' de calor, más completamente descrita más adelante. Tam  
bién se pueden usar otros materiales que tienen caracterís-  
5 ticas similares. Un material 95 adecuado, aislante del ca-  
lor, cubre alojamiento de carbono grafito.

Solo la porción gaseosa caliente de los productos  
de combustión se retira por el conducto 82 mediante la so-  
plante 86, pasando por el cambiador 98 de precalentamiento  
1 10 antes de ser expulsada a la atmósfera. Los sólidos se han  
separado, para evitar obturación y ensuciamiento del cambia-  
dor de calor.

Se verá que la tubería 100' de calor de sodio tie-  
ne una sección arrollada helicoidalmente alrededor de la  
15 porción cónica de la cámara de combustión-separador a calen-  
tar por ella. El canal 31' para el fluido de trabajo del  
motor se extiende dentro de la tubería 100' de calor, co-  
mo en las realizaciones anteriores, para ser calentado in-  
directamente por la tubería de calor. La tubería 100' de ca-  
20 lor es de construcción y función similares a la antes des-  
crita, excepto en que se extiende helicoidalmente alrededor  
de la cámara de combustión-separador. El calor de la cámara  
de combustión-separador se transmite a la tubería 100' de  
calor por el material 93 de alojamiento, sobre sustancial-  
25 mente la totalidad de la circunferencia de la tubería. Desde

1 luego, los otros canales, que no se muestran, también se ex-  
tienden dentro de tuberías de calor similares, análogamen-  
te arrolladas helicoidalmente alrededor de la cámara de com-  
bustión-separador. Como en las realizaciones anteriores, se  
5 pueden disponer dos o más canales en la misma tubería de ca-  
lor.

El funcionamiento de esta modificación es sustan-  
cialmente el mismo que se ha descrito antes, siendo recircu-  
lado el combustible a partir de los óxidos recogidos, y  
10 expulsando a la atmósfera el gas, relativamente no contami-  
nador.

La Figura 6 muestra una modificación del aparato  
de la Figura 2, donde se emplean una pluralidad de varillas  
de combustible, 12a y 12b, y donde se dispone un encendido  
15 por chispa. Evidentemente, se podría emplear un encendido  
por llama, del tipo antes descrito. Las varillas de combus-  
tible pueden tener la misma composición antes descrita.

La varilla 12a de combustible se introduce por  
una abertura 120 de la cámara 13 de combustión, con cierre  
20 hermético, tal como mediante una junta tórica 122. Los ro-  
dillos de alimentación para hacer avanzar la varilla 12a de  
combustible comprenden la rueda loca 124 y el rodillo 126,  
accionado por el motor M1. Una bujía 128 está situada adyacen-  
te a la varilla 12a de combustible, justamente dentro de la  
25 cámara de combustión. Una tapa 130, encoznada en 132, está

1 normalmente impulsada por un muelle hacia una posición ce-  
rrada, en la que cubre a la abertura 120 de la pared de la  
cámara de combustión, pero puede ser forzada a abrirse por  
la varilla de combustible que avanza. La bujía 128 puede  
5 ser accionada por medios adecuados, tal como un interrup-  
tor eléctrico, como respuesta a la apertura de la tapa 130,  
para encender el combustible.

La varilla 12b de combustible se proyecta a tra-  
vés de la abertura 134 de la pared de la cámara 13 de com-  
10 bustión, abertura que tiene cierre hermético, tal como por  
la junta tórica 136. Una tapa 138 similar, engoznada en 140,  
cierra normalmente a la abertura 134 de la pared de la cá-  
mara de combustión, siendo impulsada hacia la posición ce-  
rrada por presión de un muelle, pero es forzada a abrirse  
15 por el avance de la varilla 12b de combustible. Los rodillos  
de alimentación de la varilla 12b comprenden la rueda loca  
142 y el rodillo 144, accionado por el motor M2. La bujía  
139, para encender la varilla 12b, está situada adyacente  
a la varilla 12b de combustible dentro de la cámara 13 de  
20 combustión, y se puede accionar como la bujía 128, en res-  
puesta a la apertura de la tapa 138. Aunque solo se mues-  
tran dos varillas, la configuración se puede expandir para  
incluir cuantas varillas sean necesarias para la demanda to-  
tal del motor. También se podrían alimentar varillas múlti-  
25 ples al conducto 70 de la Figura 2, si se desea.

230978

1 El aire se admite a la cámara 13 de combustión por  
el conducto 70, que es como el conducto 70 antes descrito,  
aunque sin el venturi. Además, entra en la cámara 13 de com-  
bustión por un punto diferente. Los productos de combustión  
5 se retiran de la cámara 13 de combustión por el conducto 82,  
como en las realizaciones antes descritas.

Uno de los objetos de la construcción de la Figu-  
ra 6 es ilustrar unos medios para hacer funcionar el motor  
bajo demandas variables de energía. Se puede suponer que la  
10 varilla 12a, durante el funcionamiento del motor, es intro-  
ducida en la cámara 13 de combustión a la velocidad en va-  
cío, por el motor M1. Cuando se desea acelerar el motor, es  
decir, cuando hay una demanda aumentada de energía, el fun-  
cionamiento del acelerador del motor accionará el motor M2,  
15 para que introduzca la segunda varilla 12b en la cámara de  
combustión. La bujía 139 para la varilla 12b actuará en res-  
puesta a la apertura de la tapa 138, encendiendo la varilla  
12b y suministrando las calorías adicionales requeridas. Se  
entenderá que se pueden disponer varillas de combustible su-  
20 plementarias adicionales, y los aparatos de encendido y ac-  
cionamiento relacionados, cuando se deprime más el acelera-  
dor para demandas fuertes de energía.

Si se desea volver a llevar el motor a la veloci-  
dad en vacío, o a menor energía, el motor M2 dejará de ac-  
25 tuar cuando se suelta el acelerador. La porción de la vari-

1 lla 12b de combustible sólido que se proyecta a la cámara  
13 de combustión se quemará hacia atrás hasta la pared de  
la cámara, tras lo cual la tapa 138 se cerrará, apagando  
la varilla.

5 En las realizaciones anteriores se ha mostrado  
el combustible en forma de varillas. Se han descrito otras  
formas sólidas. Sin embargo, es posible que el combustible  
pueda tomar la forma de una mezcla de partículas que se  
puede bombear a la cámara de combustión. Se puede formar  
10 una suspensión de pequeños nódulos o partículas de cual-  
quier selección de los componentes de combustible antes men-  
cionados, en un líquido. El líquido no debe contener oxí-  
geno, y puede consistir, por ejemplo, en queroseno o petró-  
leo. Aunque estos líquidos volátiles son por sí mismos con-  
15 taminadores de la atmósfera, constituirán una pequeña por-  
ción de la suspensión total, y estarían presentes primor-  
dialmente por su capacidad de servir como vehículo o medio  
para los nódulos de combustible, y proporcionar una mezcla  
del tipo de suspensión. La mezcla de partículas también po-  
20 dría ser seca, es decir, sin medio líquido.

La Figura 7 muestra una modificación de una por-  
ción de la estructura de la Figura 2, siendo la estructura  
restante igual que en la Figura 2.

25 Como se muestra en la Figura 7, se dispone una cé-  
lula fotoeléctrica 200 en el punto de encendido, la cual de

1 tecta el encendido de la punta de la varilla 12 de combus-  
tible y envía una señal de impulso al servoordenador 202,  
que acciona al motor 204 de accionamiento de uno de los  
rodillos 72 de alimentación, siendo el otro rodillo de ali-  
5 mentación una rueda loca, para alimentar la varilla 12 ha-  
cia adelante o a la derecha, a una velocidad mayor que la  
velocidad de combustión del combustible, avanzando así el  
frente de llama de la punta de varilla más allá de la cé-  
lula fotoeléctrica 206, situada más aguas abajo a lo largo  
10 del conducto 70. La célula fotoeléctrica 206 detecta el pa-  
so del frente de llama, y envía una señal al servoordenador  
202 para disminuir la velocidad del motor 204 de acciona-  
miento, para retardar el avance de la varilla pero mante-  
ner aún una velocidad de avance ligeramente mayor que la ve-  
15 locidad de combustión. El frente de llama continúa avanza-  
do hasta la célula fotoeléctrica 208, más aguas abajo, la  
cual le detecta y envía una señal de impulso al servoorde-  
nador 202, que hace que el motor 204 reduzca más su veloci-  
dad y, por tanto, reduce la velocidad de avance de la vari-  
20 lla 12 de combustible a una velocidad ligeramente menor o  
igual que la velocidad de combustión. La punta que arde se  
mantendrá así entre las dos células fotoeléctricas 206 y 208,  
mediante señales transmitidas a través del servoordenador 202  
al motor de accionamiento, para ajustar su velocidad.

25 También se dispone en la Figura 7 una pulveriza-  
ción de agua para acelerar la combustión del combustible, y

1 cumplir así con demandas de carga más fuertes. La pulveri-  
zación de agua se introduce en el conducto 70 entre las cé-  
lulas fotoeléctricas 206 y 208, en el punto en que se man-  
tiene el frente de llama, por un inyector 210 de pulveriza-  
5 ción alimentado por una tubería 212 de agua que tiene una  
válvula 214 normalmente cerrada en la tubería de agua. Cuan-  
do se desea una combustión acelerada, tal como cuando se de-  
prime el estrangulador o acelerador del motor, una conexión  
del estrangulador o acelerador a la válvula 214 abre la vál-  
10 vula, pulverizando agua sobre el combustible que arde.

Un detector 216 de calor, que puede ser un ter-  
mopar, se dispone en la cámara de combustión para proteger  
contra temperaturas excesivas. Cuando se alcanza una tem-  
peratura peligrosamente alta en la cámara de combustión, el  
15 detector 216 de calor envía una señal al servoordenador 202,  
aumentando la velocidad de la soplante 80 para impulsar más  
aire por la tubería 70, a la cámara de combustión, en canti-  
dad que excede sustancialmente de la requerida para fines de  
combustión, para absorber calor y disminuir así la tempera-  
20 tura de funcionamiento dentro de la cámara de combustión. El  
detector 216 de calor se podría usar también para detectar  
variaciones de temperatura y alterar la velocidad de com-  
bustión, tal como, por ejemplo, por una señal apropiada al  
servoordenador para que se acoplen o desacoplen los corta-  
25 dores o se abra o cierre la válvula de agua o se introduzcan

1 más o menos varillas de combustible en la cámara de combustión.

5 Se dispone, como se muestra, un cableado adecuado desde las células fotoeléctricas 200, 206 y 208 y detector de calor 216 al servoordenador 202, y desde este último al motor 204 de accionamiento, soplane 80 y válvula 214 de agua.

10 La Figura 8 muestra otra modificación de una porción de la estructura de la Figura 2, siendo igual el resto de la estructura de la Figura 2. Como se muestra, unas varillas 12, 12a, 12b y 12c de combustible múltiples, de la misma construcción antes descrita, se introducen en el conducto 70 por el motor 218 de accionamiento. Se disponen unos pares de rodillos de alimentación para las varillas 12, 12a, 15 12b y 12c, estando indicados los que se muestran en 72, 72a, 72b y 72c, y estando conectados al eje de salida del motor 218 de accionamiento, en este caso por embragues magnéticos 220, siendo los otros ruedas locas. La Figura 8 muestra otro método para cumplir con demandas aumentadas del motor, que 20 no estriba en el uso de agua. En la Figura 8, el embrague 220 del rodillo 72 de alimentación siempre estará aplicado por un contacto eléctrico cuando el motor 218 está accionado para suministrar la potencia mínima a la velocidad en vacío. Cuando se deprime el estrangulador o acelerador para 25 pedir más potencia de salida, esto cerrará un contacto

1 eléctrico que actúa sobre el embrague 220 magnético para que  
el rodillo 72a de alimentación, de la segunda varilla 12a,  
introduzca la segunda varilla en el área del frente de llama.  
Una depresión mayor del acelerador aplicará sucesiva-  
5 mente, de la misma manera, los embragues de los rodillos de  
alimentación de las varillas 72b y 72c. Las puntas de las  
varillas 12a-12c serán encendidas por la punta ardiendo de  
la varilla 12, cuando alcanzan el frente de llama de la mis-  
ma, o por otros medios.

10 La Figura 9 muestra una modificación de una por-  
ción de la estructura de la Figura 5, siendo la porción de  
la estructura que no se muestra igual que en la Figura 5.

La Figura 9 difiere de la Figura 5 en la manera en  
que los canales 31'-34' son calentados indirectamente por el  
15 calor del combustible que arde en la cámara de combustión-  
-separador, a través de los medios de transmisión de calor,  
que en este caso son una tubería de calor, preferiblemente  
una tubería de calor de sodio, incorporada en el separador.  
La cámara de combustión-separador de la Figura 9 se designa  
20 como 150, y difiere de la de la Figura 5 en que su porción  
90' de pared cónica está formada por dos paredes cónicas es-  
paciadas que definen un espacio 90a cónico, en el que está  
contenido el sodio de manera que forme una tubería de calor  
de sodio. Los canales 31'-34' se extienden desde el motor  
25 10, y tienen porciones que se extienden a través de abertu-

1 ras con cierre hermético en la pared exterior de la tubería  
de calor en forma de cono, formando un bucle en ella y vol-  
viendo al motor a través de aberturas con cierre hermético.  
La tubería de calor de sodio, definida por este espacio 90a  
5 cónico, transmite indirectamente el calor del combustible  
que arde a los canales. Así, en esta realización de la in-  
vención, el separador de sólidos no solo sirve como cámara  
de combustión, sino que también está construido formando la  
tubería de calor de sodio utilizada para calentamiento in-  
10 directo de los canales 31'-34' para el fluido de trabajo del  
motor.

Se debe entender que aunque en las Figuras 2 y 5  
se ha mostrado calentamiento indirecto de los canales para  
el fluido de trabajo del motor, estos canales pueden ser  
15 calentados por transmisión directa de calor desde el com-  
bustible que arde en la cámara de combustión. Así, en la  
Figura 2, la tubería 100 de calor de sodio se puede elimi-  
nar, de manera que la porción del canal 31 de combustible  
dentro de la cámara 13 de combustión esté directamente ex-  
20 puesta al calor del combustible que arde. En la Figura 5 se  
puede eliminar la tubería 100' de calor de sodio, de mane-  
ra que el canal 31' de fluido de trabajo, que allí se mues-  
tra comprendiendo la porción arrollada helicoidalmente al-  
rededor de la porción cónica de la cámara de combustión-se-  
25 parador 15, esté en contacto directo de superficie a super-

1 ficie con ella, de manera que sea calentada directamente a  
través de las paredes del canal y la pared de la cámara de  
combustión-separador, sin ningún medio interpuesto de trans-  
misión de calor. Desde luego, habría un calentamiento indi-  
5 recto parcial de los canales a través del carbono grafito  
del alojamiento, u otro material 93 conductor del calor.

Se ha mostrado que los varios productos químicos  
combustibles antes identificados desprenden diferentes can-  
tidades de calor cuando se queman, y que se puede usar agua  
10 como acelerador para aumentar el calor desprendido. Combi-  
nando uno o más de estos productos químicos combustibles  
tal como, por ejemplo, magnesio o aluminio o una aleación  
de ellos, con un hidruro de magnesio o aluminio, y variando  
las proporciones, se puede hacer a la medida un combustible  
15 para cualquier desprendimiento de calor por unidad de volu-  
men, deseado para una aplicación específica.

También se puede controlar el calor desprendido  
por unidad de tiempo, a veces denominado velocidad de com-  
bustión. La relación entre el área superficial y el volumen  
20 de una partícula es crítica para el desprendimiento de ca-  
lor por unidad de tiempo. El tamaño de partícula del com-  
bustible es importante desde este punto de vista. Además,  
se puede controlar la energía dentro de partículas de un  
tamaño dado.

25  
230978

Si el combustible se fabrica con partículas com-

1 primidas a varilla o tocho, se dispone de varios parámetros  
de control adicionales. Por ejemplo, una varilla de combus-  
tible de combustión inhibida por los lados, pero que se de-  
ja arder por el extremo, conducirá calor a lo largo de la  
5 varilla. La conducción de calor no solo dependerá de las  
propiedades químicas y termodinámicas de las partículas,  
sino también de la cantidad de compactación, es decir, de  
la densidad global. Estas variables se pueden usar para con-  
trolar el desprendimiento de calor por unidad de tiempo.

10 La temperatura de la llama dependerá de la formu-  
lación del combustible. Cuanto mayor sea la temperatura de  
la llama, mayor será la temperatura a una cierta distancia  
a lo largo de la varilla de combustible de una conductivi-  
dad térmica dada. Esta interrelación llevará al material  
15 más rápidamente a la fase líquida desde la sólida, y por  
tanto aumentará la velocidad de combustión. Esto es aplica-  
ble a las varillas de combustible aleado, con hidruro, y a  
las de otras configuraciones.

En la figura 1 de los dibujos:

- 20 (1) = Combustible.  
(2) = Sistema motor.  
(3) = Productos sólidos de combustión.  
(4) = Instalación de conversión.

25

230978

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Sistema de funcionamiento de un motor de combustión externa que es accionado por un fluido de trabajo del motor, calentado, que comprende proporcionar un combustible elegido del grupo que consta de magnesio, aluminio, magnesio más aluminio, aleación de magnesio-aluminio, hidruro de magnesio, hidruro de aluminio e hidruro de magnesio-aluminio, disponer una cámara de combustión en asociación con el motor, quemar dicho combustible en dicha cámara de combustión, y someter el fluido de trabajo del motor al calor generado por el combustible que arde en dicha cámara de combustión.

15

20

2ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que comprende proporcionar un combustible elegido del grupo que consta de magnesio, aluminio, magnesio más aluminio y una aleación de magnesio-aluminio, disponer una cámara de combustión en asociación con el motor, quemar dicho combusti-

25

091078

1 ble en dicha cámara de combustión, y someter el fluido de  
trabajo del motor al calor generado por el combustible que  
arde en dicha cámara de combustión.

5 3ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende proporcionar un combustible de magnesio-aluminio,  
disponer una cámara de combustión en asociación con el mo-  
tor, quemar dicho combustible en dicha cámara de combustión,  
y someter el fluido de trabajo del motor al calor generado  
por el combustible que arde en dicha cámara de combustión.

10 4ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende proporcionar un combustible elegido del grupo que  
consta de hidruro de magnesio, hidruro de aluminio e hidru-  
ro de magnesio-aluminio, disponer una cámara de combustión  
en asociación con el motor, quemar dicho combustible en di-  
15 cha cámara de combustión, y someter el fluido de trabajo  
del motor al calor generado por el combustible que arde en  
dicha cámara de combustión.

20 5ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende proporcionar un combustible, una porción del cual se  
elige del grupo que consta de magnesio, aluminio, magnesio  
más aluminio y aleación de magnesio-aluminio, y otra por-  
ción del cual se elige del grupo que consta de hidruro de  
magnesio, hidruro de aluminio e hidruro de magnesio-alumi-  
nio, disponer una cámara de combustión en asociación con el  
25 motor, quemar dicho combustible en dicha cámara de combus-

1        tión, y someter el fluido de trabajo del motor al calor  
generado por el combustible que arde en dicha cámara de  
combustión.

5        6ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende proporcionar un combustible elegido del grupo que  
consta de magnesio, aluminio, magnesio más aluminio, alea-  
ción de magnesio-aluminio, hidruro de magnesio, hidruro de  
aluminio e hidruro de magnesio-aluminio, disponer un dis-  
positivo de conversión de energía, introducir el combusti-  
10       ble y aire en dicho dispositivo de conversión de energía y  
quemar en él el combustible, para el fluido de trabajo del  
motor en relación de transmisión de calor con dicho disposi-  
tivo de conversión de energía, para calentar el fluido de  
trabajo mediante el combustible que arde en él, separar los  
15       óxidos e hidróxidos sólidos resultantes de la combustión  
del combustible mientras están en dicho dispositivo de con-  
versión de energía, y recogerlos.

20       7ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende proporcionar un combustible elegido del grupo que  
consta de magnesio, aluminio, magnesio más aluminio y una  
aleación de magnesio-aluminio, disponer un dispositivo de  
conversión de energía, introducir el combustible y aire en  
dicho dispositivo de conversión de energía y quemar el com-  
bustible en él, pasar el fluido de trabajo del motor en re-  
25       lación de transmisión de calor con dicho dispositivo de con

1 versión de energía, para calentar el fluido de trabajo me-  
diante el combustible que arde en él, separar los óxidos  
sólidos resultantes de la combustión del combustible mien-  
tras están en dicho dispositivo de conversión de energía,  
5 y recogerlos.

8a.- Sistema según la reivindicación 1a, que com-  
prende proporcionar un combustible de magnesio-aluminio,  
disponer un dispositivo de conversión de energía, introdu-  
cir el combustible y aire en dicho dispositivo y quemar el  
10 combustible en él, disponer medios de transmisión de calor  
en relación de transmisión de calor con dicho dispositivo,  
pasar el fluido de trabajo del motor en relación de trans-  
misión de calor con dichos medios de transmisión de calor,  
para calentar indirectamente el fluido de trabajo mediante  
15 el combustible que arde, a través de dichos medios de trans-  
misión de calor, separar los óxidos sólidos resultantes de  
la combustión del combustible mientras están en dicho dis-  
positivo de conversión de energía, y recogerlos.

9a.- Sistema según la reivindicación 1a, que com-  
20 prende proporcionar un combustible elegido del grupo que  
consta de hidruro de magnesio, hidruro de aluminio e hi-  
druro de magnesio-aluminio, disponer un dispositivo de con-  
versión de energía, introducir el combustible y aire en  
dicho dispositivo y quemar el combustible en él, disponer  
25 medios de transmisión de calor en relación de transmisión

1 de calor con dicho dispositivo, pasar el fluido de trabajo  
del motor en relación de transmisión de calor con dichos  
medios de transmisión de calor, para calentar indirecta-  
mente el fluido de trabajo con el combustible que arde, a  
5 través de dichos medios de transmisión de calor, separar  
los óxidos e hidróxidos sólidos resultantes de la combus-  
tión del combustible mientras están en dicho dispositivo  
de conversión de energía, y recogerlos.

10 10ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende recoger los óxidos y/o hidróxidos sólidos resultan-  
tes del combustible quemado, reducir dichos óxidos y/o hi-  
dróxidos, y volver a tratar los productos de reducción pa-  
ra nuevo uso como combustible de un motor de combustión ex-  
terna, o como material para uso en otros artículos.

15 11ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, donde  
el fluido de trabajo del motor se somete indirectamente al  
calor generado por el combustible que arde en dicha cámara  
de combustión, a través de medios de transmisión de calor.

20 12ª.- Sistema según la reivindicación 1ª, que com-  
prende controlar el desprendimiento de calor por unidad de  
volumen y tiempo, y la temperatura de llama, por selección  
de productos químicos combustibles del grupo especificado,  
así como de las proporciones relativas de los mismos, y por  
selección de las propiedades físicas, estado y tratamiento  
25 de tales productos químicos combustibles.

1           13ª.- Sistema según la reivindicación 6ª, que com-  
prende reducir dichos óxidos y/o hidróxidos, y volver a  
tratar el producto de reducción para nuevo uso como combus-  
tible de un motor de combustión externa, o como material pa  
5           ra uso en otros artículos.

          14ª.- Sistema según las reivindicaciones 8ª o 9ª,  
donde dichos medios de transmisión de calor comprenden una  
tubería de calor de sodio.

10           15ª.- Sistema según las reivindicaciones 1ª o 6ª,  
que comprende variar la velocidad de combustión del combus-  
tible, según sea requerido por la demanda sobre el motor.

15           16ª.- Sistema según la reivindicación 1ª o 6ª,  
que comprende acelerar la velocidad de combustión del com-  
bustible por escisión según sea requerido por la demanda  
del motor.

          17ª.- Sistema según las reivindicaciones 1ª o 6ª,  
que comprende acelerar la velocidad de combustión del com-  
bustible por adición de agua al combustible que arde, según  
sea requerido por la demanda del motor.

20           18ª.- Sistema según la reivindicación 1ª o 6ª,  
donde el combustible está en forma de una pluralidad de va-  
rillas, alimentando una o más de tales varillas según la  
demanda del motor.

25           19ª.- Sistema de funcionamiento de un motor de  
combustión externa.

1

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.

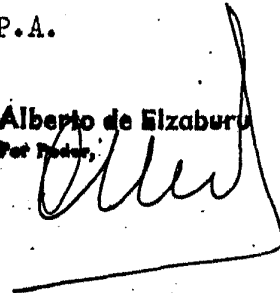
5

Esta Memoria consta de CUARENTA Y DOS hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 13. NOV. 1978

P.A.

Alberto de Izaburu  
Pat. Indus.



10

15

20

25

091078

VAL

70019

FIG. 1

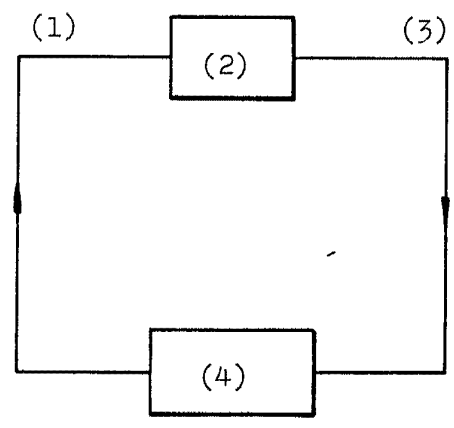


FIG. 4

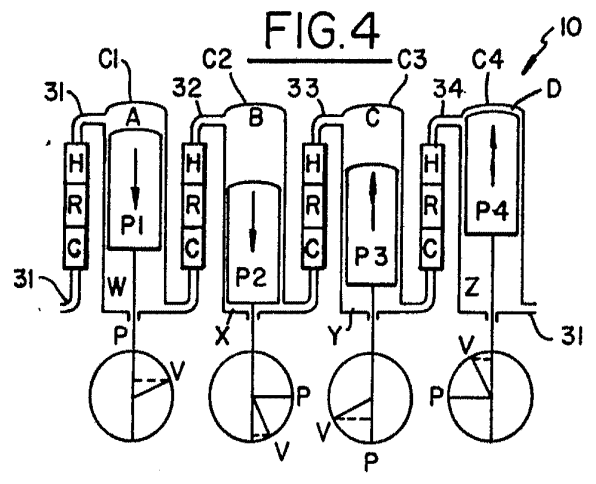
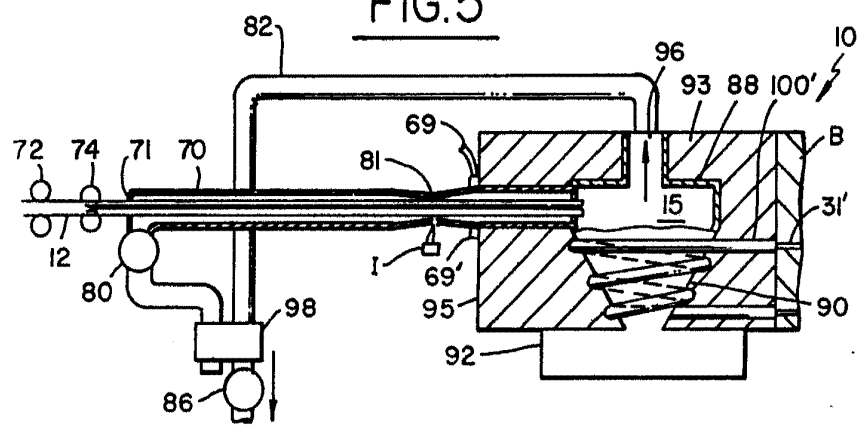


FIG. 5



Albert de Wazir  
 For Patent




FIG. 2

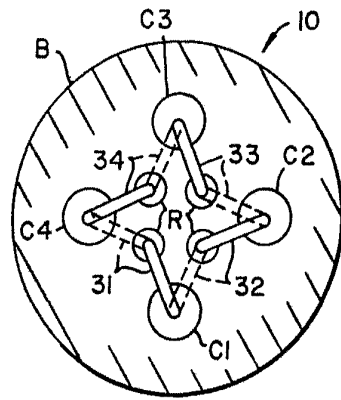
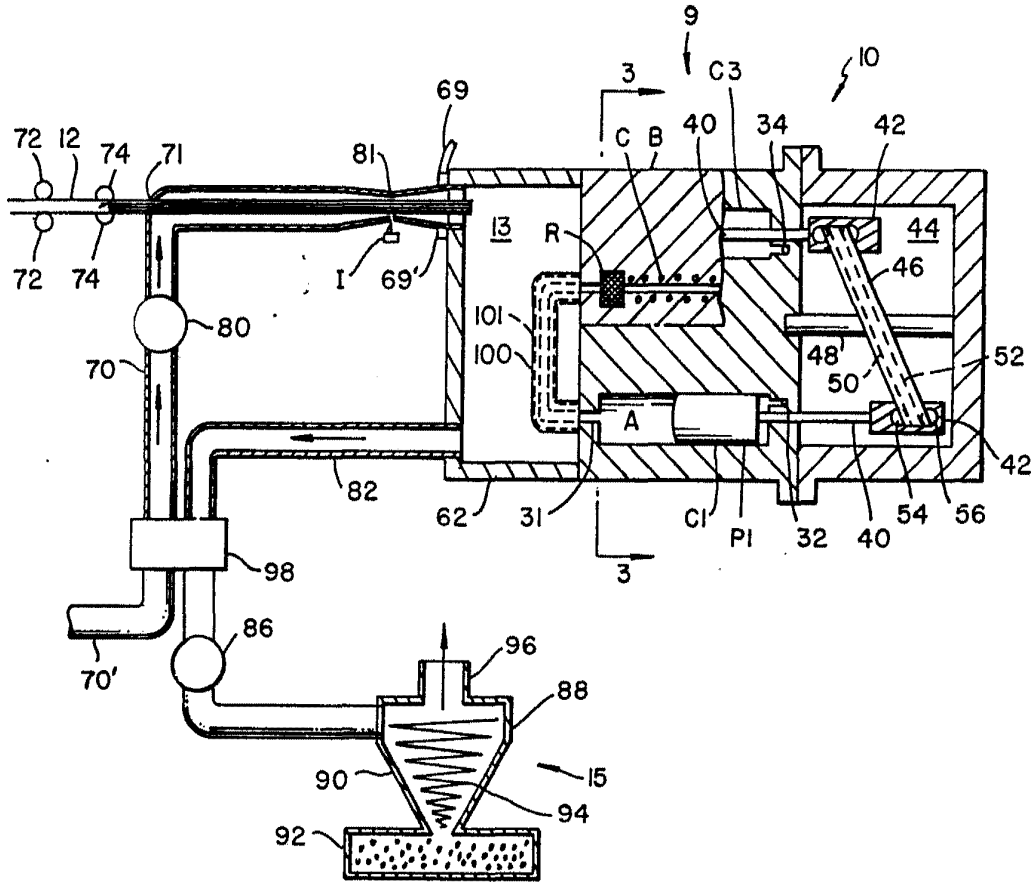


FIG. 3

Alberto de Ezaburu  
Por Poder

*Alh*

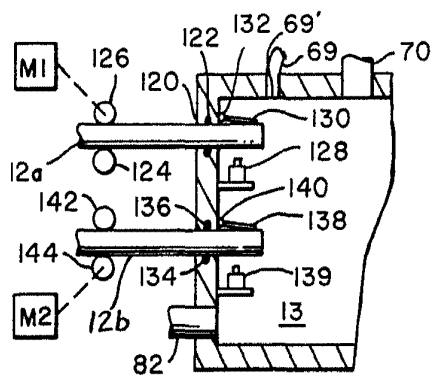


FIG. 6

FIG. 7

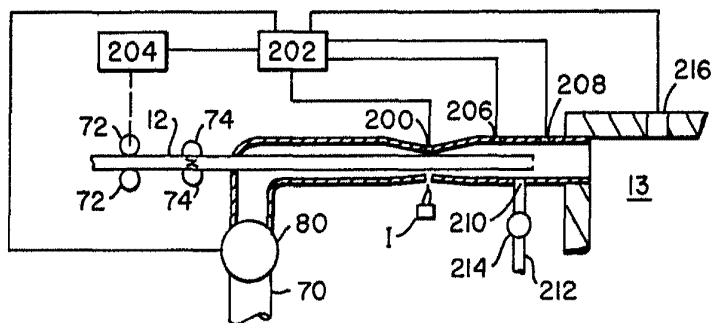


FIG. 8

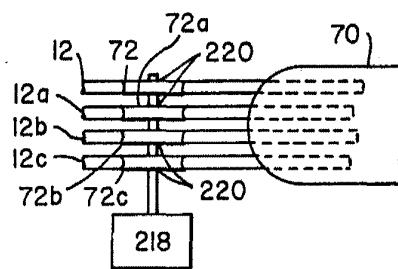
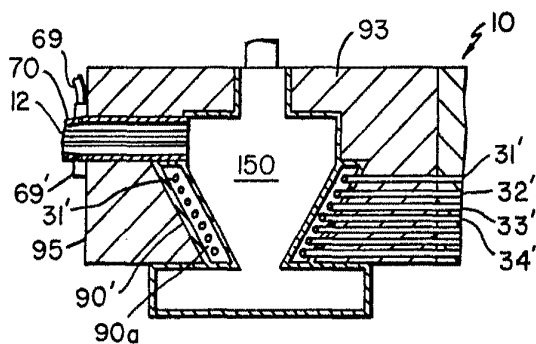


FIG. 9



Alberto de Elabara  
Por Pedra