

438344

P.- 59.939  
K 6788 SPA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: F01N, F02B
----------------------

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ  
B.V.

entidad holandesa

establecida en Carel van Bylandtlaan 30, La Haya, Holanda

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN MOTOR DE  
COMBUSTION INTERNA"

**POOR  
QUALITY**

El invento se refiere a un motor de combustión interna con un sistema de recirculación de los gases de escape.

5 Un método para hacer funcionar un motor de combustión interna de acuerdo con el invento con sistema de recirculación de los gases de escape, comprende las operaciones de suministrar combustible hidrocarburado y oxígeno puro al motor, recircular los gases de escape procedentes del colector de escape del motor al colector de admisión del mismo, tratar por lo menos parte de los gases de escape durante esta operación de recirculación para licuar el CO<sub>2</sub>, y eliminar el CO<sub>2</sub> licuado de los gases recirculados.

10 El motor de combustión interna de acuerdo con el invento incluye medios para la alimentación de un combustible hidrocarburado, medios para la alimentación de oxígeno puro en comunicación con el colector de admisión del motor y un sistema de recirculación de gas para recircular los gases de escape procedentes del colector de escape del motor hacia el colector de admisión del motor, incluyendo el sistema de recirculación de los gases medios para licuar el CO<sub>2</sub> a partir de por lo menos parte de los gases de escape recirculados y para eliminar el CO<sub>2</sub> licuado de los gases de escape.

25 Se apreciará que, como los únicos componentes

5 suministrados al motor de acuerdo con el invento, son el oxígeno y el combustible hidrocarburado, los gases de escape que se recirculen hacia el motor solamente comprenderán oxígeno sin quemar, CO y la parte residual del CO<sub>2</sub> gaseoso que no se ha licuado.

10 Aunque la cantidad total de CO<sub>2</sub> gaseoso contenido en los gases de escape puede eliminarse de ellos por el método de acuerdo con el presente invento, el presente procedimiento puede utilizarse también para eliminar solamente parte del contenido de CO<sub>2</sub> de los gases de escape, permitiendo por tanto que la parte restante del CO<sub>2</sub> gaseoso pase por segunda vez por el motor. El CO<sub>2</sub> gaseoso que no se recircula es eliminado de los gases de escape en forma licuada y puede almacenarse en unos medios de almacenamiento destinados a este propósito o puede bombearse a la atmósfera.

15 Se entenderá que el presente motor de combustión interna, así como el método de hacer funcionar tal motor, son particularmente atractivos para utilizarlos en ambientes cerrados, donde ha de generarse energía motriz a partir de un combustible hidrocarburado líquido (ante la falta de un suministro adecuado de energía eléctrica a partir de una fuente exterior) y donde los productos de escape procedentes de un motor de combustión interna no pueden 20 enviarse fácilmente a la atmósfera. Tratándose de un motor 25

de combustión interna que funcione con una mezcla de combustible hidrocarburado y oxígeno puro, el CO<sub>2</sub> es el único producto de escape que ha de desecharse. Mediante la técnica de acuerdo con el presente invento, el CO<sub>2</sub> gaseoso es eliminado de los gases de escape en forma licuada y, en consecuencia, solamente necesita un pequeño espacio para almacenamiento. Así, el motor de combustión interna es extremadamente atractivo para empleo en espacios cerrados, desde los cuales no puede ni debe escapar absolutamente ninguno de los productos de escape.

El presente motor de combustión interna y el método para hacer funcionar tal motor pueden aplicarse también ventajosamente en campanas de buceo, etc., para uso en operaciones submarinas, ya que el CO<sub>2</sub> licuado puede bombearse desde estas campanas al agua circundante (a alta presión) con un coste relativamente pequeño.

El invento se describirá a modo de ejemplo con más detalle, haciendo referencia a algunas realizaciones del mismo que se ilustran esquemáticamente en los dibujos anejos.

La figura 1 representa un esquema básico de un motor de combustión interna de acuerdo con el presente invento; y

la figura 2 representa un esquema más detallado del motor de combustión interna de acuerdo con el in-

vento.

En la figura 1 sólo se ilustra esquemáticamente un cilindro 1 de un motor 2 de combustión interna del tipo alternativo. El motor 2 comprende un colector de escape 3 y un colector de admisión 4, cuyos colectores se encuentran en comunicación mutua a través de un sistema de recirculación 5 que comprende un enfriador 6, un compresor 7, un enfriador 8, un separador 9, una válvula 10 de control y un calentador 11, todos ellos interconectados por conductos en la forma representada en el dibujo. La dirección en que circula el fluido a través de estos conductos se indica mediante las flechas 12. Un conducto 13 de cortocircuito está dispuesto en el sistema de recirculación 5, derivando este conducto de cortocircuito el compresor 7, el enfriador 8, el separador 9 y la válvula de control 10. El paso por el conducto 13 de cortocircuito se realiza en la dirección de la flecha 14 y la proporción de los caudales a través del conducto 13 de cortocircuito y de la parte cortocircuitada del sistema 5 de recirculación, es controlada por una válvula 15.

El separador 9 tiene dos salidas. La primera salida 16 comunica con el sistema 5 de recirculación y se utiliza para dejar pasar gases de escape que estén sustancialmente libres de  $\text{CO}_2$  al motor 2, como se explicará más adelante con mayor detalle. La segunda salida 17 se utili-

za para dejar pasar el CO<sub>2</sub> licuado a través del conducto 18 y la bomba 19 a un recipiente de almacenamiento 20 para CO<sub>2</sub> licuado. Este recipiente de almacenamiento puede ser del tipo resistente a la presión.

5 Un recipiente 21 de almacenamiento para oxígeno líquido comunica a través del conducto 22 con el sistema de recirculación 5, y a través de este sistema 5 con el colector de admisión 4 del motor 2.

10 Un depósito 23 de almacenamiento de combustible comunica, a través de un conducto 24, con el motor 2. Los detalles del sistema de inyección de combustible del motor 2 no se representan, ya que son de por sí conocidos. Un dispositivo 25 de medición del caudal está incorporado en el conducto 24 y las señales representativas del caudal de combustible se hacen pasar al controlador 26 a través  
15 de una línea 27 de señales. El controlador recibe además señales representativas del contenido de oxígeno de la mezcla gaseosa, que consiste en el gas que ha sido hecho pasar a través del conducto 13 de cortocircuito y el gas procedente del circuito 12. Estas últimas señales son emitidas  
20 por unos medios 28 de medición del contenido de oxígeno y se hacen pasar al controlador 26 a través de una línea 29 de señales. El controlador 26 regula la válvula de control 10 para asegurar que la cantidad de oxígeno alimentado desde el recipiente de almacenamiento 21 al motor 2 esté de  
25

acuerdo con el flujo de combustible solicitado por el motor 2 y el porcentaje de  $O_2$  ya presente en la mezcla de  $CO_2$  y  $O_2$  procedente de los circuitos 13 y 16.

5 A continuación, se describirá un funcionamiento del motor de combustión interna representado en la figura 1.

Se alimenta combustible desde el depósito 23 de combustible al motor 2 y se alimenta oxígeno puro desde el recipiente 21 de almacenamiento de oxígeno, después de haberlo evaporado, a través del conducto 22 y parte del sistema de recirculación 5, al colector de admisión 4 del motor 2. El motor 2 se pone en marcha y los gases de escape que contienen  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$  sin quemar y otros productos de combustión son evacuados a través del colector de escape 3 al sistema de recirculación 5. Estos gases de escape pasan a través del intercambiador de calor 6 refrigerado por agua (en el que se limpian también los gases) y son divididos subsiguientemente en dos corrientes separadas por la válvula 15. La parte de los gases de escape que pasa por la parte cortocircuitada del sistema 5 de recirculación entra primero en el compresor 7, en el que se eleva la presión en medida suficiente para provocar la licuefacción del  $CO_2$  en el enfriador 8. La mezcla de  $CO_2$  licuado y gases de escape no licuados es hecha pasar, subsiguientemente, al separador 9 en el que el  $CO_2$  licuado es separado del gas y

10  
15  
20  
25

es hecho pasar a través de la salida 17 a la bomba 19, que  
bombee el CO<sub>2</sub> licuado por el conducto 18 al recipiente 20  
de almacenamiento, donde es almacenado en condiciones de  
presión y temperatura destinadas a mantener el CO<sub>2</sub> en su  
5 forma líquida.

El gas de escape que está liberado al menos  
parcialmente de CO<sub>2</sub> es hecho pasar a través de la salida  
16 del separador 9, al colector de admisión 4 del motor 2.  
En su camino a este colector de admisión, este gas se mez-  
10 cla primero con un nuevo suministro de oxígeno puro que es  
el resultado de la evaporación de una parte equivalente del  
oxígeno líquido almacenado en el depósito 21 de oxígeno. El  
oxígeno gaseoso, después de la evaporación, pasa por el  
conducto 22 al sistema de recirculación 5 y después de mez-  
15 clarse con el gas procedente del separador 9, es hecho pa-  
sar a través de la válvula de control 10 y, después de ello,  
es mezclado con los gases de escape que se encuentran corto-  
circuitando parte del sistema de recirculación merced al  
conducto 13. La mezcla gaseosa resultante circula luego a  
20 través de la instalación 28 para medir el contenido de oxí-  
geno de la misma. Después de que se ha vigilado el porcen-  
taje de oxígeno, se calienta la mezcla mediante el calenta-  
dor 11 antes de introducirla en el colector 4 de admisión  
del motor 2. Esta mezcla, después de entrar en los cilindros  
25 del motor 2, se utiliza para provocar la combustión del com-

bustible suministrado desde el depósito 23 de combustible, y los gases de escape resultantes se recirculan a través del sistema 5 como se ha descrito en lo que antecede.

5 Controlando la válvula 15, puede ajustarse la cantidad de gases de escape que no se trata para eliminar el CO<sub>2</sub>.

10 La cantidad de oxígeno suministrada por los medios de alimentación de oxígeno 21 para compensar el oxígeno consumido para quemar combustible en el motor 2, es controlada por la válvula de control 10 en relación con la cantidad de oxígeno presente en el gas suministrado al colector de admisión 4 y la cantidad de combustible suministrada al motor 2.

15 El fluido refrigerante para enfriar la corriente de gas que pasa por el enfriador 6 puede ser de cualquier origen adecuado, tal como agua de mar, o un refrigerante utilizado en el circuito de enfriamiento aplicado para licuar el CO<sub>2</sub> gaseoso. Este último sistema se describirá en lo que sigue con referencia a la figura 2. El compresor 7 puede ser de cualquier tipo adecuado para el propósito. Puede ser accionado por el motor de combustión interna 2 o bien por un órgano motor independiente (no representado). La compresión del gas que atraviesa el compresor 7 debe ser suficientemente alta para provocar la licuefacción de la mayor parte del CO<sub>2</sub> componente de este gas

20

25

cuando se somete este gas a una operación de refrigeración en el enfriador 8, cuyo enfriador está dispuesto en serie con el compresor 7. Este enfriador 8 está formado por cualquier tipo de intercambiador de calor adecuado para el propósito y forma parte de un sistema refrigerador (un sistema de compresión de vapor o un sistema de refrigeración por absorción).

El calentador 11 se utiliza para elevar la temperatura del gas de escape enfriado recirculado y el oxígeno gaseoso puro (formado por evaporación de oxígeno líquido) hasta un valor deseado que es necesario para obtener una combustión eficaz del combustible en el cilindro 1 del motor 2. Puede utilizarse para calentar este gas en el calentador 11 cualquier fluido adecuado para este propósito. Tal fluido puede estar constituido por los gases de escape que abandonan el colector de escape 3 del motor 2. Asimismo, el fluido puede ser agua de refrigeración que pase por el motor 2 para enfriar las paredes de los cilindros 1 del mismo. Se apreciará que pueden aplicarse unos medios de control de la temperatura para regular la temperatura del gas que sale del calentador 11. Tal control de la temperatura puede suponer el control de la temperatura del agua de refrigeración del motor, haciendo pasar por lo menos parte de este agua de refrigeración en contacto de intercambio de calor con un fluido a tempera-

tura relativamente baja, tal como aire ambiente o agua (tal como agua de mar cuando se utiliza el motor 2 dentro de una campana de buceo para operaciones en aguas profundas). Además, pueden incorporarse unos medios de calentamiento eléctrico en el calentador 11 o en un calentador separado (no ilustrado) que esté dispuesto en serie con el calentador 11.

5  
10 A continuación se describirá, con referencia a la figura 2, una realización alternativa del motor de combustión interna de acuerdo con el invento.

El motor 30 de combustión interna es del tipo alternativo y comprende un colector de escape 31 que se encuentra en comunicación con las partes de salida de los cilindros individuales (no representados) así como con un conducto 32 que conduce a un hervidor 33 de un sistema de refrigeración por absorción, que se describirá más adelante. El conducto 32 comunica, a través de medios de intercambio térmico adecuados situados en el hervidor 33, con un conducto 34 que lleva a un depurador 35, donde el gas puede ser puesto en contacto íntimo con agua suministrada a través del conducto de alimentación 36. Después de haberse realizado la acción de lavado (que está destinada a reducir la temperatura del gas y a eliminar todas las impurezas sólidas y líquidas del gas), se descarga el agua a través de un conducto 37. El interior del depurador 35

15  
20  
25

comunica, a través de un conducto 38, con una válvula 39 que está destinada a dividir la corriente gaseosa que atraviesa el conducto 38 a los conductos 40 y 41. El gas que circula por el conducto 40 entra en el secador 42, que puede ser de cualquier tipo adecuado, y es hecho pasar subsiguientemente a través de un enfriador 43. El líquido de refrigeración se alimenta a este enfriador 43 a través de un conducto 44 y se descarga por un conducto 45. Puede utilizarse cualquier fuente adecuada de líquido de refrigeración que esté disponible para este propósito.

Después del enfriamiento, los gases de escape se hacen pasar a través del conducto 46 a un compresor 47, que pone a presión los gases de escape, hasta un valor que es suficientemente alto para licuar por lo menos la mayor parte del CO<sub>2</sub> componente en los gases, después de enfriarlos en los enfriadores 48 y 49. El enfriador 48 es un enfriador previo a través del que se hace pasar un fluido (por la entrada 50 y la salida 51) a una temperatura relativamente baja. El enfriador 49, sin embargo, forma parte del sistema de refrigeración por absorción mencionado ya en lo que antecede, y está destinado a enfriar el gas que lo atraviesa hasta una temperatura suficientemente baja con el fin de provocar la licuefacción de una gran parte del CO<sub>2</sub> gaseoso presente en los gases de escape procedentes del motor 30. Subsiguientemente, el CO<sub>2</sub> líquido y el

oxígeno gaseoso pasan por un conducto 52 a un separador  
53, donde se separa el CO<sub>2</sub> líquido del gas y se le bombea  
mediante una bomba 54 incorporada en el conducto 55, a un  
depósito 56 de almacenamiento destinado a almacenar CO<sub>2</sub>  
5 en estado líquido.

La mezcla gaseosa restante, que comprende CO<sub>2</sub>  
y oxígeno, sale del separador 53 a través del conducto 57,  
que lleva a un recipiente 58. En este recipiente, se enri-  
quece el gas de escape tratado con oxígeno gaseoso que es  
10 alimentado al recipiente 58 a través de un conducto 59,  
y que procede de una fuente 60 de alimentación de oxígeno  
líquido. La mezcla gaseosa resultante es alimentada a una  
válvula reguladora 61 mediante un conducto 62, cuya válvu-  
la 61 controla el suministro de la mezcla gaseosa a la  
15 corriente principal de gases de escape que circula por  
el conducto 41, asegurando así una presión necesaria en  
la admisión 72 del motor 30. Esta corriente principal de  
gases de escape cortocircuita la instalación del trata-  
miento de gases que comprende el secador 42, el enfriador  
20 43, el compresor 47, los enfriadores 48,49 y el separador  
52, y es hecha pasar a través del conducto 41 a la insta-  
lación de mezclado 63. Después del mezclado, la mezcla  
gaseosa resultante es hecha pasar a través de un conducto  
64, por unos medios de medición 65 destinados a medir el  
25 contenido de oxígeno de la mezcla y, subsiguientemente,

a través de un conducto 66 a un calentador 67, donde se calienta la mezcla hasta una temperatura adecuada. El calentador 67 es hecho funcionar haciendo pasar a su través un fluido a una temperatura relativamente elevada. Este fluido se introduce en el calentador 67 por un conducto 68 y se descarga de él a través de una salida 69.

Un calentador auxiliar 70 que es hecho funcionar eléctricamente, comunica con el calentador 68 a través de un conducto 71. Este calentador auxiliar puede utilizarse bien en lugar del calentador 67 o bien para apoyar la acción de calentamiento del calentador 67.

Subsiguientemente, el gas es alimentado al colector de admisión 72 del motor 30 a través de un conducto 73.

Se suministra combustible al motor 30 por un conducto 74 que conduce desde un depósito 75 de combustible hasta la parte apropiada del motor 30, en la que la corriente de combustible es dividida hacia los cilindros (no representados) del motor. El caudal de combustible se mide merced a los medios de medición 76, que suministran una señal representativa del caudal de combustible al controlador 78, a través de una línea 77. Este controlador 78 recibe además señales procedentes de una línea 79 desde los medios 65 de medición del contenido de oxígeno, y regula, a través de la línea 80, a la válvula de control 61 en una

forma tal que el suministro de la mezcla gaseosa consistente en los gases de escape tratados y oxígeno puro añadidos a ellos, se ajuste en una cantidad suficiente para obtener una mezcla gaseosa resultante en el conducto 66  
5 que tenga el contenido de oxígeno dictado por el caudal de combustible.

El sistema de recirculación ilustrado en la figura 2, comprende medios de calentamiento 33 y medios de enfriamiento 49 que forman parte de un sistema de refrigeración por absorción. El hervidor 33 de este último sistema comunica a través de los conductos 81 y 82 con un absorbedor 83. La circulación de fluido a través del sistema de refrigeración se indica mediante las flechas. Después de salida del hervidor 33 por el conducto 84, el fluido refrigerante atraviesa un rectificador 85, un conducto 86,  
10 un enfriador 87, un conducto 88 y el evaporador 49, desde el cual es devuelto al absorbedor 83 por un conducto 89. El enfriador 87 comprende una entrada 90 y una salida 91 para el líquido refrigerante, y puede ser de cualquier tipo adecuado para este propósito. Como los sistemas de refrigeración por absorción son de por sí conocidos, no se requiere  
15 ulterior explicación del sistema de refrigeración particular ilustrado en la figura 2.

Durante el funcionamiento del motor de combustión interna con el sistema de recirculación de gases de  
25

escape representado en la figura 2, la válvula 39 puede ajustarse para controlar la proporción entre los gases de escape que han de tratarse para la eliminación de CO<sub>2</sub> (cuyos gases son hechos pasar por el conducto 40) y los gases de escape que se recirculan al motor 30 sin tratamiento alguno (excepto por el calentamiento en los calentadores 67 y 70). La válvula 39 puede estar diseñada para controlar esta proporción en forma automática, de tal manera que la presión absoluta en el conducto 41 de recirculación se mantenga constante.

Se apreciará que la válvula de control 15, como se representa en la figura 1, puede operar en la misma forma que se ha descrito con referencia a la válvula de control 39 en lo que antecede.

El motor de combustión interna de acuerdo con el presente invento puede aplicarse en la forma más ventajosa a bordo de embarcaciones sumergidas o campanas de buceo. Se observa que como todos los componentes líquidos que se utilizan en los órganos motores 2 y 30 no son descargados desde los distintos circuitos, el peso total de los mismos no varía, lo cual representa una ventaja ya que evita un control por lastre separado para la embarcación o campana de buceo sumergida. Sin embargo, si no se considera que tal control por lastre separado represente un problema, el CO<sub>2</sub> licuado no tiene por qué almacenarse

en forma líquida, sino que puede descargarse desde el sistema de recirculación de los gases de escape bombeando el agua ambiente. Se apreciará que como los productos de escape del motor, por cuanto han sido hechos reaccionar con oxígeno para formar  $\text{CO}_2$ , se encuentran en forma líquida, ocupan un volumen relativamente pequeño en comparación con el volumen del  $\text{CO}_2$  componente de los gases de escape después de que estos salen del motor, y que -en particular cuando la embarcación o la campana de buceo está operando en aguas profundas-, la energía de bombeo necesaria para eliminar el  $\text{CO}_2$  de la embarcación o de la campana de buceo será considerablemente más baja en el caso de que haya de descargarse  $\text{CO}_2$  licuado, en comparación con la energía requerida para bombear grandes volúmenes de  $\text{CO}_2$  gaseoso para desecharlo en contra de las elevadas presiones que reinan al exterior de la embarcación o campana de buceo sumergida.

Otra ventaja del sistema de recirculación de los gases de escape de acuerdo con el invento es la relación de compresión relativamente elevada que puede permitirse en el motor equipado con un sistema de recirculación de gases de escape para aumentar el rendimiento termodinámico del motor. Se observa que puede permitirse en el motor de combustión interna una relación de compresión que sea considerablemente mayor que la relación de compresión nor-

malmente utilizada en motores de combustión interna que hacen uso del aire como gas de trabajo y portador de combustible.

5 Esta relación de compresión más elevada permisible es el resultado de las distintas características termodinámicas del aire y de las mezclas de  $\text{CO}_2$  y oxígeno y, en particular, de los diferentes valores de  $c_p/c_v$  para el nitrógeno (que es el principal componente gaseoso del aire) en comparación con el  $\text{CO}_2$ .

10 Utilizando un motor de combustión interna, que podría hacerse funcionar bien con gas recirculado o bien con aire fresco, deben aplicarse relaciones de compresión bajas para evitar un esfuerzo excesivo de las piezas del motor durante los períodos en los que éste marcharía  
15 funcionando con combustible que es suministrado al motor por aire fresco. El uso de tal motor en combinación con un sistema de recirculación de gases de escape daría como resultado, sin embargo, un rendimiento operativo muy bajo debido a las bajas temperaturas que pueden mantenerse en  
20 el punto muerto superior.

Sin embargo, cuando se diseña el motor solamente para  $\text{CO}_2$  y oxígeno como portador de combustible, y aplicando relaciones de compresión elevadas (por ejemplo superiores a 18, tales como entre 28 y 55), las temperaturas en el punto muerto superior serán suficientes para  
25

5 producir la combustión cuando se utilice una mezcla de CO<sub>2</sub> y oxígeno como gas de trabajo y portador de combustible, mientras que las cargas sobre las piezas del motor (tales como el cigüeñal, los cojinetes, los pistones y las bielas) no aumentarán en forma indebida.

10 Se ha encontrado que con una relación de compresión de 55 para una mezcla de CO<sub>2</sub> y oxígeno, se alcanzará la misma temperatura en el punto muerto superior que con aire a una relación de compresión de 7,5. La presión máxima era entonces un 100% más elevada.

Una investigación experimental sobre un motor particular mostró que el compromiso óptimo se encontraba con una relación de compresión de 30.

15 El presente invento no está restringido al empleo de ningún tipo particular de motor. El motor puede ser del tipo alternativo, tal como un motor diesel o un motor de combustión interna con encendido por chispa, del tipo comercialmente disponible. Si se desea, sin embargo, el motor puede ser también del tipo rotativo, tal como un motor "Wankel" de combustión interna.

20

Además, el invento no está restringido a la aplicación de una técnica o sistema de refrigeración particular aplicado para enfriar los gases de escape después de compresión hasta una temperatura suficientemente baja para provocar la licuefacción de, por lo menos, parte del

25

CO<sub>2</sub> componente presente en los gases de escape. El sistema de refrigeración consiste en un sistema de compresión de vapor o un sistema de refrigeración por absorción, de construcción adecuada. Todo el otro equipo intercambiador de calor (dejando aparte los medios enfriadores para licuar el CO<sub>2</sub>) utilizado para tratar los gases de escape recirculados y el oxígeno puro puede ser del tipo usual y puede utilizarse cualquier fluido de enfriamiento y de calentamiento adecuado y disponible para este propósito. Por tanto, resulta evidente el emplear agua de mar relativamente fría con propósitos de refrigeración cuando se utiliza el presente invento a bordo de una embarcación o una cámara de buceo sumergida, ya que este agua está entonces disponible en abundancia. Cuando sea necesario, se insertan filtros en los conductos de suministro del agua de refrigeración.

Cuando se requiera, pueden incorporarse en el sistema de recirculación, en puntos convenientes, válvulas para interrumpir el paso por los diversos conductos del sistema de recirculación y por su conducto de cortocircuito. Esto mismo se aplica para el equipo de control de seguridad que puede utilizarse para impedir sobrecalentamientos, subenfriamientos y sobrepresiones. Asimismo, el equipo reductor de presión y las válvulas de circulación antirretorno se utilizan en los conductos para asegurar

un paso de fluidos por estos conductos en las direcciones correctas. Por tanto, es recomendable introducir medios reductores de presión en el sistema de flujo ilustrado en la figura 2 en el conducto 62.

5                   Puede utilizarse cualquier tipo de recipientes de almacenamiento para guardar el combustible líquido, el oxígeno líquido y el CO<sub>2</sub> licuado. Pueden aplicarse ventajosamente recipientes de almacenamiento toroidales de doble pared para almacenar el gas licuado a la temperatura relativamente baja y a la presión elevada necesarias. El espacio entre las paredes puede evacuarse para mejorar las propiedades termoislantes de tales depósitos de almacenamiento.

10                   Se observa además que los reguladores descritos con referencia a las figuras 1 y 2, y destinados a controlar el suministro de oxígeno a los gases de escape recirculados, no tratados, pueden ser de cualquier tipo adecuado para el propósito. La función de control puede realizarse mediante un ordenador que esté diseñado específicamente para este fin o que forme parte de un centro de ordenadores que realice diversas funciones a bordo de la embarcación o de la cámara de buceo que lleve montado el motor de combustión interna de acuerdo con el presente invento.

25                   La instalación de medición puede ser de cual-

quier tipo adecuado para el propósito. Los medios de medición de caudal (véanse medidores 25 y 76 en las figuras 1 y 2, respectivamente) pueden estar constituidos por una bomba de inyección de combustible. Los medios de medición del contenido de oxígeno (véanse medidores 28 y 65 de las figuras 1 y 2, respectivamente) pueden comprender también medios para medir el contenido de CO<sub>2</sub> de los gases que pasen a su través.

Resumiendo, se observa que el motor de combustión interna de acuerdo con el presente invento solamente necesita para su funcionamiento oxígeno y combustible hidrocarburado. Como no es necesario aire, el motor puede utilizarse en ambientes cerrados, máxime teniendo en cuenta que los productos de escape del motor pueden licuarse totalmente y almacenarse dentro del recinto. En circunstancias particulares, los productos de escape del motor pueden -ya que se encuentran en fase líquida- desecharse desde el recinto cerrado solamente con el gasto de una pequeña cantidad de energía, aun cuando el recinto esté situado en un área de presión elevada (tal como en el fondo del mar o del océano).

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Italia, el 11 de Junio de 1.974, bajo el nº 68840-A/74, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- 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

19.- Perfeccionamientos introducidos en un motor de combustión interna que incluye medios para el suministro de combustible hidrocarburado, medios para el suministro de oxígeno puro en comunicación con el colector de admisión del motor, y un sistema de recirculación de gas para recircular los gases de escape procedentes del colector de escape del motor hacia el colector de admisión del mismo, incluyendo el sistema de recirculación de gas medios para licuar el  $CO_2$  desde al menos parte de los gases de escape recirculados, y para eliminar el  $CO_2$  recirculado desde los gases de escape, y en el que la relación de compresión del motor es superior a 18 y está comprendida, de preferencia, entre 28 y 55.

15

20

25

20.- Perfeccionamientos introducidos en un motor de combustión interna.

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.

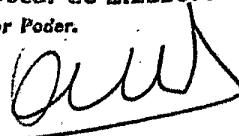
Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid,  
E.A.

4 SET. 1975

Oscar de Elzaburu  
Por Poder.



10

14-8-75  
jul

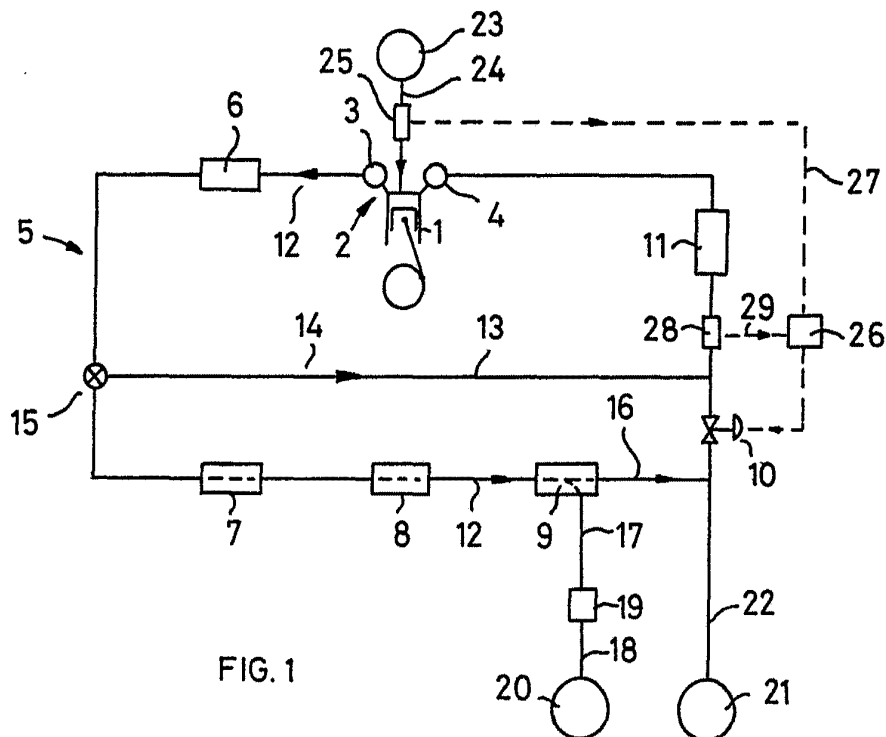


FIG. 1

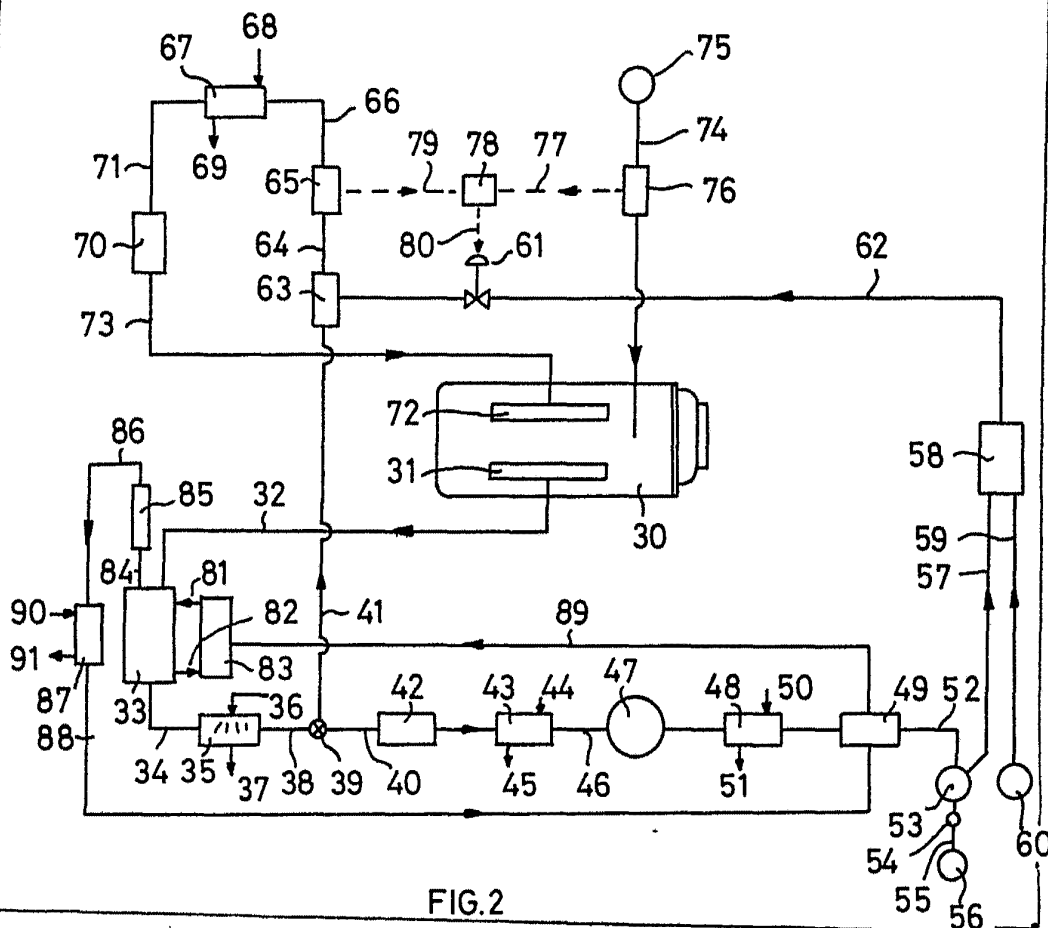


FIG. 2