

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 325**

51 Int. Cl.:

B01J 19/08	(2006.01)	F23Q 3/00	(2006.01)
F02M 27/06	(2006.01)		
C01B 13/11	(2006.01)		
F02M 25/025	(2006.01)		
F02B 47/02	(2006.01)		
F02B 47/06	(2006.01)		
F02B 47/10	(2006.01)		
F02M 25/10	(2006.01)		
F02M 25/12	(2006.01)		
F23L 7/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2014 PCT/BR2014/000435**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15085383**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2014 E 14869529 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3081289**

54 Título: **Procedimiento de combustión para materiales de partida hidrocarbonados (HC) sólidos, líquidos o gaseosos en un motor térmico, motor térmico y sistema para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados (HC)**

30 Prioridad:

11.12.2013 FR 1362395

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2020

73 Titular/es:

**SEE - SOLUÇÕES, ENERGIA E MEIO AMBIENTE
LTDA. (100.0%)
Rua Itagyba Santiago 92 Sala 1
Vila Alexandria 04635-050 São Paulo - SP, BR**

72 Inventor/es:

GUYOMARC'H, RAYMOND

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 755 325 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de combustión para materiales de partida hidrocarbonados (HC) sólidos, líquidos o gaseosos en un motor térmico, motor térmico y sistema para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados (HC)

5 La invención se refiere a un procedimiento de combustión para materiales hidrocarbonados en un motor térmico. La invención también se refiere a un motor térmico que implementa y que hace funcionar dicho procedimiento y a un sistema para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados que comprenden tal motor.

El campo de invención es el campo del tratamiento de materiales hidrocarbonados sólidos, líquidos y/o gaseosos, particularmente diésel. La invención específicamente se refiere a combustión de diésel y generalmente a materiales hidrocarbonados en un motor térmico.

10 **Estado de la técnica**

La gran mayoría de los sistemas del estado de la técnica realizan la combustión de dichos materiales hidrocarbonados con aire atmosférico como agente oxidante.

15 El documento JP2007120397 trata de un dispositivo de control de emisiones de gases de escape para un motor de combustión interna capaz de impedir el cambio nocivo de la emisión de gases de escape eliminando rápidamente la fijación de una válvula de EGR y la obturación de un enfriador de EGR. El dispositivo de control tiene un aparato de suministro de ozono conectado a un enfriador de recirculación de gases de escape (EGR) y una válvula de EGR a través de los canales de suministro de EGR y ozono respectivamente. El aparato de suministro de ozono suministra ozono a la válvula de EGR y al enfriador de EGR.

20 El documento DE4315034 describe un método de múltiples etapas para hacer funcionar un motor de dos tiempos en el que se permite al motor realizar trabajo mecánico y producir hidrógeno. Para hacer funcionar dicho motor, se sopla vapor de agua en una mezcla de combustión de combustible y oxígeno.

25 El documento US2004144338 describe un generador de energía que proporciona energía con emisiones mínimas de CO₂, NO_x, CO, CH₄ y material particulado y sustancialmente mayor eficiencia en comparaciones con las técnicas de generación de energía tradicionales. Específicamente, se elimina el nitrógeno del ciclo de combustión, o bien se reemplaza por un gas noble como gas de trabajo en un motor de combustión. El gas noble se complementa con oxígeno y combustible, para proporcionar un entorno de combustión sustancialmente libre de nitrógeno o alternativamente que trabaja en entornos de combustión de combustible con el 100% de oxígeno. Tras la combustión, está presente de muy poco a nada de nitrógeno, y por tanto existe una pequeña producción de compuestos de NO_x. De manera adicional, los constituyentes de los gases de escape se usan en la producción de energía a través del trabajo ejercido tras la expansión de los productos de escape, y los productos de escape se separan en sus constituyentes de gas noble, agua y dióxido de carbono. El dióxido de carbono puede usarse junto con una biomasa para acelerar el crecimiento de biomasa y recuperar el aire enriquecido en oxígeno que resulta de la fotosíntesis de algas para potenciar el funcionamiento del generador de energía usando el como biomasa para procesar metanol/etanol y aceites biológicos como combustible para el generador de energía. El combustible de biomasa se ve como un combustible solar y puede usarse junto con otros combustibles solares como aceite térmico calentado y otros, así como combustibles fósiles limpios para optimizar la limpieza y el funcionamiento eficiente del generador de energía en diversos contextos regulatorios.

40 Se sabe que el aire atmosférico está constituido por el 21% de oxígeno y el 78% de nitrógeno, siendo el resto gases inertes, y solo el oxígeno (O₂) es el elemento reactivo de combustión. El nitrógeno es un gas neutro, que sirve como fluido gaseoso de lastre, un fluido térmico y/o expansión del volumen de trabajo en los sistemas actuales. Dichos sistemas se dedican a la producción de energía térmica (cuerpos de calderas, etc.) o a una conversión en energía mecánica (motores térmicos, turbinas, etc.).

45 Para realizar una combustión completa con aire atmosférico, el agente oxidante debe suministrarse en exceso con respecto a la cantidad de oxígeno reactivo. Esta fórmula da como resultado la generación de volúmenes desproporcionados de gases de combustión por encima de los gases producidos de manera eficaz mediante la combustión completa. Además, volúmenes de gases de combustión considerables generan grandes inconvenientes, una contaminación atmosférica considerable y efectos (calor, contaminantes orgánicos, CO₂, diversos óxidos, aerosoles, etc.) cuya neutralización es sumamente difícil.

50 Por otro lado, dichos grandes volúmenes de gases de combustión se convierten en medios sumamente costosos que tienen que implementarse para neutralizar la contaminación generada, especialmente la captura de CO₂, que es una de las principales causas del calentamiento global.

Estos agentes oxidantes excesivos también reducen la eficiencia de la transferencia de energía de energía del combustible al sistema, y no realizan habitualmente la combustión completa.

55 Por otro lado, la combustión incompleta de materiales hidrocarbonados en los sistemas actuales produce deposición de suciedad de material no quemado, reduciendo así el rendimiento de los sistemas actuales a lo largo del tiempo.

5 La suma de estos inconvenientes reduce el rendimiento termodinámico de los motores térmicos actuales, que rara vez sobrepasan el 50% del poder calorífico del combustible usado, lo que significa el desperdicio de más de la mitad de la energía disponible. Además, una gran parte de la energía térmica se disipa mediante los sistemas de enfriamiento de los motores y gases de escape. Habitualmente, el rendimiento "global" de los motores térmicos es menor del 45% del poder calorífico inferior (PCI) del combustible usado.

Otros procedimientos promueven una combustión de materiales hidrocarbonados con dióxígeno puro o eventualmente mezclado con un gas neutro tal como CO₂, por ejemplo como el procedimiento que se da a conocer por el documento EP 2.383.450 A1. Estos procedimientos permiten aumentar el rendimiento, reducir la cantidad de partículas de contaminantes y facilitar la captura de CO₂ a partir del gas de combustión generado por la combustión.

10 Sin embargo, todavía es posible aumentar el rendimiento de combustión y mejorar las condiciones de combustión para lograr una manera más respetuosa de combustión, particularmente el motor térmico en el que se realiza la combustión.

Uno de los objetos de la invención es proporcionar un procedimiento de combustión de materiales hidrocarbonados en un motor térmico, para permitir un mejor rendimiento.

15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de combustión de materiales hidrocarbonados en un motor térmico, que es más respetuoso que el motor térmico de los procedimientos actuales.

Descripción de la invención

20 La invención permite alcanzar al menos uno de los objetos como ya se explicó, por medio de un procedimiento de combustión de materiales hidrocarbonados de sólidos, líquidos o gaseosos en un motor térmico que comprende al menos una cámara de combustión, comprendiendo dicho procedimiento al menos una repetición de las siguientes etapas que constituyen un ciclo de combustión:

- introducción en dicha cámara de combustión de una carga de materiales hidrocarbonados y una mezcla gaseosa oxidante; y

- activación de la combustión de dicha carga de materiales hidrocarbonados con dicha mezcla gaseosa oxidante;

25 en el que dicho agente oxidante comprende solo:

- trióxígeno (O₃); y

- dióxido de carbono (CO₂) y/o trióxido de carbono (CO₃).

30 Como "materiales hidrocarbonados", se entienden petróleo, derivados de petróleo, gases del petróleo naturales y sintéticos, carbones y/o biomasa, así como todos los residuos que contienen carbono y/o hidrocarburo, y gases de síntesis de la descomposición y gasificación de dichos materiales hidrocarbonados.

Como oxígeno, se entiende el átomo de oxígeno (O) que, en las formulaciones actuales, compone la molécula de dióxígeno (O₂) y la molécula de trióxígeno (O₃), habitualmente denominada "ozono".

Como "motor térmico", se entiende cada dispositivo que realiza la combustión de materiales hidrocarbonados y que produce energía mecánica o eléctrica.

35 El procedimiento de la invención proporciona una combustión de materiales hidrocarbonados con una mezcla gaseosa oxidante que comprende trióxígeno (O₃) y más particularmente trióxígeno negativo (O₃⁻).

El uso de trióxígeno en el gas oxidante permite un mejor uso del elemento oxígeno (O) y por consiguiente una combustión más completa del material hidrocarbonado.

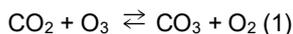
40 De hecho, tal como se dará a conocer a continuación, el uso de trióxígeno aumenta la inflamabilidad de los materiales hidrocarbonados desestabilizando la cohesión de sus moléculas y acelerando la oxidación de los átomos en sus composiciones.

Además, debido al aumento en la inflamabilidad del material hidrocarbonado usando trióxígeno, la combustión de material hidrocarbonado se facilita en cuanto a temperatura y/o presión, conservando el motor térmico o los medios que hacen funcionar la combustión.

45 Cualquiera que sea la realización del procedimiento de la invención, se dosifica trióxígeno para cada átomo de material orgánico combustible (C y H) para tener el número de átomos de oxígeno (O) como se requiere para una combustión estequiométrica. El trióxígeno presente en el gas oxidante (solo o mezclado con dióxígeno O₂), interactúa de manera termoquímica con los materiales orgánicos combustibles de múltiples formas:

en primer lugar el trióxígeno reacciona con CO₂ en la mezcla gaseosa oxidante según la reacción:

ES 2 755 325 T3



Posteriormente, el trióxígeno reacciona con los materiales orgánicos, que actúa con catalizadores según la reacción:



Dichos enlaces interactivos son inestables y se mantienen en el orden de milisegundos durante la combustión.

5 Si el gas oxidante comprende trióxido de carbono (CO_3), generado por la reacción (1), el último pierde de manera instantánea (durante la combustión) su tercer átomo de O en forma de ion negativo (O^-), que también se captura de manera inmediata por una molécula de combustible hidrocarbonado. Lo mismo sucede con el trióxígeno (O_3), a partir del cual se extrae el átomo de oxígeno sobrante y de manera inmediata se fija por un catalizador orgánico (C o H) de la molécula hidrocarbonada, creando así una ruta libre para su molécula original de O_2 .

10 Dichas interacciones instantáneas y simultáneas aumentan la inflamabilidad de combustibles catalíticos desestabilizando la cohesión de sus moléculas y acelerando la oxidación de átomos de su composición.

La integridad de oxígeno disponible es el corazón y los agentes de reacción. La combustión es completa, con un rendimiento máximo con la medición correcta de oxígeno.

15 Con el procedimiento según la invención, el límite de inflamabilidad inferior se optimiza por un factor 5 (cinco) y la velocidad de deflagración se duplica en relación con la combustión atmosférica. Las condiciones oxidantes hacen que las condiciones de inflamabilidad se vuelvan instantáneas, así como la generación térmica, transmisión térmica y la expansión del volumen del gas.

20 Proporcionando una combustión completa de los materiales hidrocarbonados, el rendimiento térmico tal como se obtiene a partir del procedimiento según la invención es mejor que el de los procedimientos y/o motores del estado de la técnica. Además, el motor térmico no está sujeto a la deposición de suciedad de material no quemado, aumentando así de manera considerable la vida útil del sistema en comparación con los procedimientos del estado de la técnica.

25 El gas de combustión, como resultado de la combustión, se compone solo de CO_2 y H_2O , con eventual residual moléculas de O_2 residuales eventuales. El CO_2 es la molécula de carbono de combustión completa, estable a altas temperaturas, por encima de 800°C . El H_2O es la molécula que resulta de la combustión completa de hidrógeno a partir de la composición molecular del material hidrocarbonado, dicho H_2O es fácilmente recuperable mediante condensación, incluso a presión y temperatura atmosférica. Dichas dos moléculas son reciclables y permiten recuperar la mayoría de la energía disipada de la combustión y reducen el impacto ecológico sobre el medio ambiente, eliminando así los contaminantes gaseosos, en particular los óxidos de nitrógeno, que no pueden existir en ausencia de nitrógeno.

30 Por otro lado, el gas oxidante tiene características constantes para cualquier variación geográfica o atmosférica (humedad del aire y altitud). Por tanto, las cantidades pueden ser precisas y constantes en cualquier circunstancia, para proporcionar una combustión lineal y regulada de manera permanente.

35 Según la invención, la carga de materiales hidrocarbonados tal como se requiere para la combustión puede mezclarse con al menos un componente del gas oxidante antes de introducirse en la cámara de combustión, por ejemplo con CO_2 y/o CO_3 , o incluso con O_3 puro o de manera eventual con O_2 .

El gas oxidante puede inyectarse en la cámara de combustión antes, después o simultáneamente con la introducción de la carga de material hidrocarbonado en la cámara de combustión.

40 Pueden inyectarse por separado CO_2 y/o CO_3 y O_3 puro o de manera eventual mezclado con O_2 en la cámara de combustión, o todos ellos pueden mezclarse junto antes de la inyección en la cámara de combustión.

En el procedimiento según la invención, la combustión puede realizarse:

- aplicando una presión en la cámara de combustión; y/o
- suministrando energía eléctrica a dicha cámara de combustión;

por ejemplo, con una bujía para encendido conocida por el experto en la técnica.

45 El procedimiento según la invención también puede comprender la inyección de una cantidad de agua líquida en la cámara de combustión antes, después o simultáneamente con el gas oxidante. Por tanto, puede introducirse hasta el 20% de agua en relación con el gas oxidante y preferiblemente entre el 5% y el 20% de agua en relación con el gas oxidante en la cámara de combustión en función de la regulación térmica tal como se programe o se desee y la capacidad de expansión del agua en vapor, que reemplazará su equivalente en CO_2 y/o CO_3 .

50 La inyección de agua permite la regulación de la temperatura de combustión, ya que absorbe una gran cantidad de

- energía de la combustión en calor latente, reduciendo así las pérdidas térmicas producidas por la disipación en los circuitos de enfriamiento y combustión de los gases de escape. El agua líquida inyectada representa una razón en volumen despreciable con la mezcla gaseosa oxidante de menos del 20 en función del tamaño del sistema térmico en cuestión. Una vez mezclada con el medio de combustión, dicha agua se evapora para dar vapor sobrecalentado.
- 5 La expansión del volumen de agua líquida que se convierte en vapor es más de 10 veces a cientos de veces el valor introducido en función de la presión dinámica que sufrió.
- Por tanto, el calor latente de evaporación se transforma de manera completa e inmediata en energía termodinámica útil, en lugar de tener una parte considerable de él disipado por los circuitos de enfriamiento y combustión de los gases de escape. La parte de agua inyectada se limita reduciendo la temperatura producida por su evaporación y que no debe ser inferior a la temperatura de operación óptima del sistema térmico en cuestión. El volumen de la parte de agua evaporada reemplaza el volumen equivalente de CO₂/CO₃.
- 10 El gas oxidante puede comprender entre el 15 y el 25% de oxígeno, en forma de O₃ puro o en forma de una mezcla de O₃ y O₂, y entre el 85 y el 75% de CO₂ y/o CO₃.
- Más particularmente, el gas oxidante puede comprender entre el 18 y el 22%, preferiblemente el 21% de oxígeno en forma de O₃ puro o en forma de una mezcla de O₃ y O₂, y entre el 82 y el 78%, preferiblemente el 79%, de CO₂ y/o CO₃.
- 15 El gas oxidante comprende ventajosamente, por cada mol de carbono de material hidrocarbonado, al menos un mol de CO₂ y/o CO₃, y un máximo de 17 moles de CO₂ y/o CO₃.
- La mezcla gaseosa oxidante comprende ventajosamente, por un átomo de carbono del material hidrocarbonado, al menos el equivalente a dos átomos de oxígeno y un máximo del equivalente al 102% de oxígeno, en forma de O₃ puro o en forma de una mezcla de O₃ y O₂.
- 20 El gas oxidante puede comprender ventajosamente por un átomo de hidrógeno (H) en el material hidrocarbonado, al menos un átomo de oxígeno en forma de O₃ puro o en forma de una mezcla de O₃ y O₂, y un máximo del equivalente al 102% de oxígeno en forma de O₃ puro o en forma de una mezcla de gas de O₃ y O₂.
- 25 Cuando el gas oxidante comprende trioxígeno puro, el último puede obtenerse de un depósito/tanque de O₃ puro. Cuando el gas oxidante comprende trioxígeno mezclado con dióxígeno, la mezcla puede obtenerse de un depósito/tanque que contiene una mezcla de O₃ y O₂, o de un depósito que contiene O₃ puro y un depósito que contiene O₂ puro.
- Alternativamente, el procedimiento según la invención también puede comprender una etapa de generación de trióxido a partir de moléculas de oxígeno, más particularmente a partir de moléculas de dióxígeno (O₂), por ejemplo por el efecto "CORONA" aplicado a las moléculas de oxígeno, más particularmente a moléculas de dióxígeno.
- 30 Para ese fin, el procedimiento según la invención puede implementar un medio de producción de trioxígeno (O₃).
- Los medios de generación de trióxido pueden comprender un dispositivo de efecto "CORONA", instalado por ejemplo en un conducto en el que circula oxígeno (O₂), tal como el tubo de inyección de dióxígeno O₂ en la cámara de combustión, para inducir descargas eléctricas de conversión según la fórmula:
- 35
- $$O_2 + h\nu \rightarrow O_2^* (^3\Sigma U^-)$$
- (de 170 a 210 nm)
- $$O_2^* + O_2 \rightarrow O_3 + O, O + O_2 \rightarrow O_3$$
- 40 La razón de oxígeno que va a convertirse se define mediante la intensidad del efecto Corona inducido, y la parte de O₃ puede variar entre el 10 y el 100% del oxígeno oxidante tal como se incluye en la mezcla oxidante gaseosa.
- Además, el procedimiento según la invención puede comprender una etapa de generación de trióxido de carbono CO₃ a partir de moléculas de CO o CO₂, y preferiblemente a partir de moléculas de CO₂, por ejemplo por medio del efecto "CORONA" aplicado a las moléculas de CO₂ en presencia de O₃/O₂.
- Según una realización preferida, el gas oxidante se obtiene a partir de una mezcla gaseosa de O₂ y CO₂, a la que se le aplica el efecto Corona para generar moléculas de O₃ y CO₃, el gas oxidante por tanto, obtenido comprende:
- 45
- O₃; y
 - CO₂ o CO₃ o una mezcla de CO₂ y CO₃; y
- de manera eventual O₂, en función de la energía de las descargas eléctricas aplicadas para el efecto Corona.
- Tal como se dio a conocer anteriormente, el gas de combustión obtenido después de la combustión comprende esencialmente CO₂ y vapor de H₂O.
- 50

El procedimiento según la invención también puede comprender una recuperación del CO₂ incluido en el gas de combustión, enfriando dicho gas de combustión.

Cuando el gas de combustión comprende moléculas de H₂O, puede eliminarse previamente el vapor del gas de combustión mediante condensación, y luego, puede recuperarse CO₂ y el calor latente de la condensación.

5 Ventajosamente, puede condensarse CO₂ mediante cualquier/todos los procedimientos conocidos por el experto en la técnica. Por tanto, todo el material no condensable originado a partir del combustible y/o a partir de la mezcla gaseosa oxidante (metales, metaloides, azufre, oxígeno) se aíslan a partir de CO₂, que es puro en fase líquida, y puede almacenarse y reciclarse en el procedimiento. Puede evaporarse CO₂ durante el procedimiento de enfriamiento del gas de combustión antes de reinyectarse en la cámara de combustión para un nuevo ciclo.

10 La energía térmica (capacidad térmica/calor sensible y latente) del gas de combustión también puede recuperarse, por medio de intercambio de calor con un fluido térmico con uno o más intercambiadores de calor, por ejemplo con el objetivo de producir electricidad con una turbina.

15 Una parte del CO₂ recuperado a partir del gas de combustión de un ciclo de combustión puede reutilizarse ventajosamente en el gas oxidante y/o para generar trióxido de carbono tal como se dio a conocer anteriormente, para realizar un nuevo ciclo de combustión.

Una parte del CO₂ recuperado a partir del gas de combustión puede reutilizarse en un cultivo de microalgas, por ejemplo en un reactor de microalgas, en la que el cultivo de microalgas proporciona O₂ por medio de fotosíntesis.

Al menos una parte del O₂ proporcionado por microalgas puede usarse en el gas oxidante y/o para generar trioxígeno tal como se dio a conocer anteriormente, para un nuevo ciclo de combustión.

20 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un motor térmico que realiza una combustión de materiales hidrocarbonados, y particularmente medios organizados para hacer funcionar todas las etapas del procedimiento de combustión según la invención. El motor térmico según la invención puede comprender medios de generación de trioxígeno a partir de átomos de oxígeno, más particularmente a partir de un flujo gaseoso de O₂.

25 Dichos medios de generación de trióxido de carbono pueden comprender medios que aplican el efecto Corona con átomos de oxígeno, más particularmente con un flujo gaseoso de O₂, tal como por ejemplo un tubo de efecto Corona dispuesto en una conducción en la que circula O₂.

El motor térmico según la invención también puede comprender medios para generar trióxido de carbono a partir de moléculas CO o preferiblemente a partir de moléculas de CO₂.

30 Dichos medios de generación de trióxido de carbono pueden comprender medios para aplicar el efecto Corona en moléculas de CO o preferiblemente en moléculas de CO₂, tales como por ejemplo un tubo de efecto Corona dispuesta en la conducción en la que circula CO₂ en presencia de O₃/O₂.

El motor térmico según la invención puede comprender además al menos un módulo de regulación para la:

- cantidad de CO₂ y/o CO₃; y/o

- cantidad de oxígeno en forma de O₃ puro o una mezcla de O₃ y O₂;

35 usados en el gas oxidante.

El motor térmico también puede comprender al menos un módulo de regulación de la cantidad de agua líquida introducida en la cámara de combustión y de manera eventual un módulo de regulación de la cantidad de materiales hidrocarbonados para cada ciclo de combustión.

40 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un vehículo con un motor térmico según la invención para mover el vehículo. Dicho vehículo puede ser por ejemplo una embarcación o un tren.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema para producir energía mecánica o eléctrica a partir de materiales hidrocarbonados, que comprende:

- un motor térmico según la invención, que suministra gas de combustión que comprende CO₂; y

- al menos un reactor de microalgas que produce O₂ mediante fotosíntesis;

45 - al menos un medio para alimentar dicho reactor con al menos una parte de CO₂ presente en dicho gas de combustión; y

- al menos un medio para recuperar al menos una parte de dicho O₂ producido por dicho reactor de microalgas y reutilizar dicho O₂ recuperado para generar trioxígeno.

Otras ventajas y características surgirán después del examen de la descripción detallada de las realizaciones no limitativas y de los dibujos adjuntos, en el que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una primera realización de un motor térmico según la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática de una segunda realización de un motor térmico según la invención;
- y
- la figura 3 es una representación esquemática de un sistema para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados según la invención, incorporando y haciendo funcionar el motor de la figura 2.

En los dibujos, los elementos comunes a varias figuras mantienen la misma referencia.

La figura 1 es una representación esquemática de un primer ejemplo de un motor según la invención.

- 10 El motor 100 tal como se representa en la figura 1 comprende, de una manera similar a los motores térmicos actualmente conocidos, una pluralidad de cilindros 102₁, 102₂,..., 102_n. Cada cilindro 102 comprende un pistón, referenciados respectivamente 104₁, 104₂,..., 104_n, móvil en traslación y que define en cada cilindro una cámara de combustión 106₁, 106₂,..., 106_n. Cada pistón 104 es empujado en traslación por la combustión en la cámara de combustión, de un producto combustible, que permite la rotación de un árbol de transmisión 108, tal como se conoce
- 15 en los motores térmicos actuales.

El motor 100 comprende, para cada cilindro 102 y para cada ciclo de combustión:

- un primer módulo 110_i, que ajusta la cantidad de materiales hidrocarbonados HC introducida en la cámara de combustión 106, desde un depósito 112 de materiales hidrocarbonados;
 - un segundo módulo 114_i, que dosifica la cantidad de oxígeno introducida en la cámara de combustión 106, en forma de O₃ puro o una mezcla de O₃ y O₂;
 - un tercer módulo 116_i, que dosifica la cantidad de CO₂ puro, CO₃ puro o también CO₂ mezclado con CO₃, introducida en la cámara de combustión 106;
 - un cuarto módulo 118_i, que dosifica la cantidad de H₂O líquida tal como se introduce en la cámara de combustión 106 desde un depósito de H₂O 120.
- 20

- 25 El motor 100 también comprende un tubo de efecto corona 122, situado en la salida de un depósito de O₂ 124, que permite la generación de un flujo de gas constituido por O₃ puro o por una mezcla de O₃ y O₂, del O₂ proporcionado por el depósito 124. El flujo de gas obtenido aguas abajo del tubo de efecto corona 124 (y constituido por O₃ puro o una mezcla de O₃ y O₂) alimenta el módulo 114_i para regular la cantidad de oxígeno, y luego su inyección en la cámara de combustión 106_i.

- 30 El motor 100 también comprende un tubo de efecto corona 126, situado en la salida de un depósito de CO₂ 128, que permite la generación de un flujo de gas compuesto por CO₃ puro o una mezcla de CO₃ y CO₂, a partir de una parte del CO₂ proporcionado por el depósito 128 y del O₂ proporcionado por el depósito 124. El flujo de gas obtenido aguas abajo del tubo de efecto corona 126 alimenta el módulo 116_i para regular la cantidad de CO₃ y CO₂, seguido por su inyección en la cámara de combustión 106_i.

- 35 La combustión de la mezcla formada por la carga de materiales (hidrocarburos + gas oxidante) se activa mediante la cámara de combustión 106 o mediante presión aplicada por el pistón o mediante una bujía para encendido (no mostrada), que produce una chispa eléctrica en la cámara de combustión.

- El gas de combustión obtenido de la combustión completa de la carga de materiales hidrocarbonados con oxígeno que entra a la cámara de combustión 106 se evacúa por un tubo/conducto de evacuación 130. El gas de combustión GC está constituido principalmente por CO₂. Por un lado, el CO₂ admitido en la cámara de combustión 106 a través del módulo 116 y, por otro lado, el CO₂ formado por la oxidación de elementos de carbono C presentes en compuestos hidrocarbonados por los compuestos de O₃ (y posiblemente O₂), y H₂O, por un lado H₂O admitido de manera eventual en la cámara de combustión 106 mediante el módulo 118 y, por otro lado, H₂O formado por la oxidación de los elementos de hidrógeno H₂ presentes en los compuestos hidrocarbonados.
- 40

- 45 Es posible que el gas de combustión GC incluya compuestos residuales de O₂, por ejemplo en una razón del 1 o el 2% de gas de combustión, admitido de manera excesiva en la cámara de combustión 106 para asegurar la combustión completa de la carga de materiales hidrocarbonados HC en la cámara de combustión 106.

La figura 2 es la representación esquemática de una segunda realización de un motor según la invención.

- 50 El motor 200 tal como se representa en la figura 2 resume todos los elementos y la configuración del motor 100 de la figura 1.

Junto con el motor 100 de la figura 1, el motor 200 comprende un módulo de tratamiento 202 del gas de combustión GC instalado en el conducto de extracción 130 para gases de combustión.

5 El módulo de tratamiento comprende un intercambiador térmico (no mostrado) que realiza un intercambio térmico entre el gas de combustión GC para llevar el gas de combustión GC hasta una temperatura menor de 100°C para condensar el vapor de H₂O contenido en el gas de combustión GC. Por tanto, el vapor encontrado en el gas de combustión GC se aísla y alimenta al depósito de agua 120 para reutilizarse en el siguiente ciclo de combustión.

Cuando el gas de combustión GC incluye O₂ residual, el último, que no es condensable a la temperatura de condensación del CO₂, se aísla por medio de condensación de CO₂ y se alimenta al depósito de O₂ 124 para reutilizarse en el siguiente ciclo de combustión.

10 Finalmente, después de la separación del vapor del O₂, el gas de combustión GC solo contiene CO₂ que se alimenta al depósito 128 de CO₂ para reutilizarse en el siguiente ciclo de combustión.

La figura 3 es una representación esquemática de un sistema para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados según la invención, haciendo funcionar el motor de la figura 2.

El sistema 300 para producir energía de la figura 3 comprende el motor térmico 200 de la figura 2.

15 Además del motor térmico de la figura 2, el sistema 300 comprende un reactor de microalgas 302, que recibe, a través de un conducto 304, una parte de CO₂ extraída del gas de combustión GC por medio del módulo 202. Dicho reactor de microalgas 302 produce O₂ mediante fotosíntesis. Un conducto 306 captura O₂ producido por el reactor de microalgas 302 para alimentarlo al depósito de O₂ 124 para su uso en un siguiente ciclo de combustión.

En todos los ejemplos dados a conocer, la invención permite producir energía mecánica rotando el árbol 108.

20 Dicha energía mecánica puede usarse, por ejemplo, para mover un vehículo en el suelo, en el aire o en el agua, tal como una embarcación. En este caso, el motor térmico puede ser, como ejemplo no limitativo, un motor diésel alimentado por un derivado del petróleo tal como fuelóleo pesado.

25 La energía mecánica también puede usarse para generar energía eléctrica, por ejemplo con un generador eléctrico movido mediante un motor y/o turbina de gas y/o hidrocarburos líquidos y en combinación con un alternador de turbina de vapor.

30 En todos los ejemplos dados a conocer, los módulos 110, 114, 116 y 118 pueden configurarse para introducir en la cámara de combustión 106, respectivamente, una cantidad predeterminada de materiales hidrocarbonados HC, oxígeno en forma de O₃ puro o mezclado con O₂, CO₂/CO₃ y agua líquida, dichas cantidades que se determinan de acuerdo con, por un lado la cantidad de moléculas de carbono C e hidrógeno H presentes en la carga de materiales hidrocarbonados admitida en la cámara de combustión, de manera que la carga de materiales hidrocarbonados experimenta una combustión completa, es decir una oxidación completa, y, por otro lado, el tamaño del cilindro 102 y el pistón 104 y la energía deseada en la salida del motor.

Cada uno de los módulos 110, 114-118 puede ser un módulo electrónico controlado por ordenador.

35 En todos los ejemplos dados a conocer, cada elemento de combustión se admite por separado en la cámara de combustión 106. Por consiguiente, también es posible mezclar al menos dos elementos de combustión antes de la admisión en la cámara de combustión 106 y presentarlos al tratamiento térmico y/o mecánico, por ejemplo compresión.

En todos los casos dados a conocer, cada elemento de combustión puede experimentar tratamiento térmico o compresión antes de ser admitido en la cámara de combustión.

40 En los ejemplos descritos, el tubo de efecto corona 126 es opcional y el gas oxidante puede no contener CO₃.

Alternativamente, puede usarse un único tubo de efecto corona en vez de tubos 122 y 126. En este caso, el O₂ proporcionado por el depósito 124 se mezcla con el CO₂ proporcionado por el depósito 128, después de que la mezcla gaseosa O₂+CO₂ se transporte mediante un único tubo de efecto corona.

45 Ahora, se describe la combustión de materiales hidrocarbonados según la invención, cuando el material hidrocarbonado solo se constituye de hexadecano con la fórmula C₁₆H₃₄, en comparación con una combustión bajo aire atmosférico.

La siguiente tabla muestra las características del hexadecano C₁₆H₃₄:

Características de la molécula de hexadecano (cetano) C ₁₆ H ₃₄ (razón por kg)				
masa molar		= 226,44 g/mol	= 4,42 moles/kg	
		PCS	oxígeno (O ₂) útil para la combustión completa (estequiométrica)	
C ₁₆	C = 70,66 moles/kg	CO ₂ : 394 kJ/mol = <u>27 839,36</u> kJ/kg	oxígeno O ₂	= 70,66 moles/kg
H ₃₄	H ₂ = 75,075 moles/kg	H ₂ O: 242 kJ/mol = <u>18 168,01</u> kJ/kg	oxígeno O ₂	= 37,54 moles/kg
Total		= 46 007,37 kJ/kg = <u>12,78 kWh/kg</u>	Total	= 108,20 moles/kg
Oxígeno (O ₂) por kg de C ₁₆ H ₃₄				
masa molar:		= 32,00 g/mol	Total	= 3,46 kg/kg
				= 2,425 Nm ³ /kg

En la que se describe:

- 1 kg de hexadecano tiene un poder calorífico (PCS) mayor de 12,78 kWh y un poder calorífico inferior (PCI) de 11,48 kWh ≈ -9%;

- 5 - la oxidación completa de 1 mol de carbono en 1 mol de CO₂ genera una reacción exotérmica de 394 kilojulios, mientras que la oxidación incompleta de 1 mol de carbono para dar 1 mol de CO solo genera una reacción exotérmica de 111 kilojulios, es decir 3,55 veces menos;

- cada partícula es carbono y cada gramo de carbono puede generar 32,83 kilojulios de energía térmica con 1 mol de carbono = 12 g.

- 10 El rendimiento "termodinámico" de un motor de explosión, con encendido controlado o compresión Otto o Diésel es relativo al rendimiento de combustión y la transferencia de energía térmica a energía mecánica.

La presente invención optimiza el rendimiento de combustión y, por consiguiente reduce el consumo de combustible, para un producto energético idéntico.

- 15 La combustión en aire "atmosférico" depende de factores atmosféricos (humedad) y geográficos (altitud, aire con poco oxígeno). En motores diésel, a volúmenes constantes, la cantidad de aire oxidante es constante y debe sobredimensionarse para ofrecer la mejor combustión. La cantidad de oxígeno interactivo en el aire no es mayor del 65% del 21% de oxígeno existente en el aire, a nivel del mar. Para alcanzar el oxígeno de la combustión estequiométrica, es necesario duplicar el volumen de aire oxidante. El volumen de aire de combustión interactúa con la combustión que proporciona oxígeno activo, pero, por otro lado, que aumenta el volumen de gas neutro (nitrógeno), que actúa en la dirección opuesta que reduce las zonas de combustión ya que ocupa espacio.

Una de las ventajas del procedimiento, según la invención es que la molécula de trioxígeno puede producirse en el lugar de su uso con muchas posibilidades de regulación cuantitativa y cualitativa.

- 25 Otra ventaja del procedimiento, según la invención es que la molécula de trioxígeno es inestable e interactúa de manera inmediata con su medio, siempre que contenga materiales orgánicos "catalíticos" o que su polaridad eléctrica (negativa/positiva) sea opuesta a la aplicada al ozono. La interacción principal entre el trioxígeno y la molécula de dióxido de carbono en la mezcla oxidante gaseosa, antes de su inyección en la cámara de combustión, genera trióxido de carbono (CO₃). La unión del tercer átomo de oxígeno y la molécula de CO₂ es muy inestable. Cualquier proximidad con un material orgánico produce la reacción catalítica de transferencia de dicho átomo al material orgánico; la captura de dicho átomo de oxígeno, activa la desestabilización de la molécula de catalizador.

Dicha oxidación parcial hace los compuestos de la molécula orgánica más oxidantes y más inflamables.

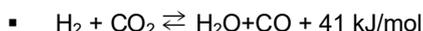
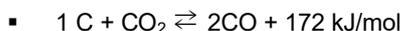
La mezcla oxidante gaseosa ($O_2/O_3 + CO_2/CO_3$) interactúa directamente con el combustible.

5 La inestabilidad de las uniones del trioxígeno y su captura inmediata por los catalizadores orgánicos crea una combustión previa "autógena" de los materiales combustibles, luego el oxígeno interactúa directamente con el combustible en condiciones más favorables que la combustión/oxidación habitual, sin que el hecho de estar mezclado con CO_2/CO_3 impida esta reacción, que es exotérmica.

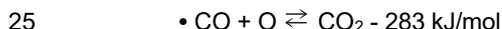
10 Otra ventaja del procedimiento según la invención es que la inyección de agua en la cámara de combustión con la mezcla gaseosa oxidante favorece la distribución de la llama de frente de combustible. En ese medio sumamente exotérmico y bajo temperaturas por encima de $1000^\circ C$, el CO_2/CO_3 y H_2O también interactúan directamente con el combustible por medio de una reacción "redox", que ayuda a distribuir y acelerar la combustión.

15

- o En la combustión atmosférica, numerosas partículas de carbono no se queman, así las moléculas hidrocarbonadas, que no se han oxidado por la mezcla de aire de combustión.
- o En el procedimiento, según la invención, el oxígeno atómico y molecular reacciona directamente con el combustible y descompone la molécula hidrocarbonada que oxida C y H. Al mismo tiempo, una reacción "redox" se activa mediante CO_2 y H_2O de la mezcla, que también reacciona con C y H de moléculas descompuestas de las siguientes reacciones redox:

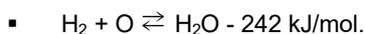
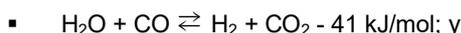


20 Estas reacciones son endotérmicas; toman parte en la regulación de la temperatura del medio y reducen la disipación térmica. La reacción ($C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$) gasifica estructuras de carbono y elementos de carbono amorfos (partículas, carbonilla) que no se oxidarán directamente por O_2 . Por tanto, se convierten en moléculas gaseosas (CO) que son más reactivas a la oxidación completa (sumamente más inflamables debido a su estado gaseoso, que produce moléculas de CO para tener una mejor distribución en el frente de la(s) llama(s) del sistema térmico y por las condiciones termoquímicas del medio) en presencia de oxígeno libre:



Por tanto, la finalización de la combustión es progresiva durante el periodo de empuje (trabajo) de los pistones del motor, lo que aumenta la capacidad termodinámica para una misma unidad de combustible, mejora la eficiencia lineal distribuyendo los efectos térmicos durante todo el recorrido de dicho pistón, y por tanto reduce el desgaste debido a los diferenciales térmicos, reduciendo la disipación térmica global.

30 Lo mismo le sucede a la molécula de H_2O que reacciona con CO según:



35 Por tanto, la finalización de la combustión es progresiva durante el periodo de empuje (trabajo) de los pistones del motor, aumentando la eficiencia termodinámica por la homogenización de las distribuciones térmicas por estas secuencias de reacciones exotérmicas simultáneas.

Otra ventaja del procedimiento según la invención es que la mezcla de CO_2 /oxígeno no genera contaminación por óxido de nitrógeno, ya que las moléculas de nitrógeno no están presentes en la combustión.

En el presente ejemplo, el combustible es hexadecano, de fórmula $C_{16}H_{34}$, la densidad promedio de este combustible es ≤ 1 .

40 Tal como se da a conocer en la tabla, para realizar la combustión estequiométrica de 1 litro de hexadecano, se necesitan 3,46 kg de oxígeno (O_2) ($2,425 \text{ Nm}^3$).

Para la combustión atmosférica con un rendimiento de eficiencia del 50% con las características de los procedimientos y motores actuales, debe considerarse el volumen de aire en función del coeficiente de eficiencia de separación de O_2 de la mezcla de nitrógeno, aproximadamente el 60/65%.

45 Para alcanzar el rendimiento de combustión de dichos motores, se requiere un exceso de oxígeno de al menos el 15%:

- 3,98 kg o $2,79 \text{ Nm}^3$ de O_2

Considerando un coeficiente de eficiencia de separación de O_2 del 65%:

ES 2 755 325 T3

- $2,79 / 65\% = 4,29 \text{ Nm}^3$ de O_2

Considerando un porcentaje del 21% de O_2 por m^3 de aire:

- $20,43 \text{ Nm}^3$ de aire por litro de hexadecano.

Esta combustión solo tiene el 50% de eficiencia.

- 5 Entonces, un motor se diseña en función de estos parámetros. Los motores actuales trabajan con una proporción de 1/5 de oxígeno en la mezcla oxidante (la misma razón que en el aire).

El procedimiento según la invención solo requiere un exceso de O_2 de entre el 2 y el 5% para un rendimiento de combustión mayor del 93%, es decir:

- $3,57 \text{ kg}$ o $2,50 \text{ Nm}^3$ de O_2 .

- 10 Debido a que no existe una limitación unida a la separación de la mezcla gaseosa, el oxígeno es totalmente activo. El rendimiento de combustión se maximiza.

La combustión completa de carbono genera CO_2 y 3,6 veces más energía que la producida por la combustión incompleta en CO :

- $\text{C} + \text{O} = \text{CO}$ 111 kJ/mol

- 15 - $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ 394 kJ/mol

Este estado de hecho proporciona energía a partir de una mejor expansión del gas de combustión.

El CO_2 sustituye al nitrógeno como gas de lastre para la expansión gaseosa térmica que suministra el trabajo mecánico que empuja el pistón.

- 20 A 800°C , el CO_2 tiene un coeficiente de dilatación el 30% mayor que el del aire, por tanto que requiere el 23% menos de la capacidad térmica (sensible al calor).

A partir de esto, si se comparan los valores "atmosféricos", transpuestos a O_2/CO_2 , se tiene:

- $20,43 \text{ Nm}^3$ de aire por litro de hexadecano menos oxígeno oxidante " $2,425 \text{ Nm}^3$ de O_2 " (véase la tabla) = 18 Nm^3 de gas de lastre (nitrógeno + gases inertes):

- 25 A 800°C , dichos 18 Nm^3 de gas de lastre representan $48,021 \text{ m}^3$ para una capacidad térmica de $9,283 \text{ kWh}$. 1 kg de hexadecano tiene un poder calorífico inferior (PCI) de $11,48 \text{ kWh}$, representando así un rendimiento de combustión del 80,86%.

- 18 Nm^3 de gas de lastre CO_2 :

A 800°C , dichos 18 Nm^3 sustituidos por CO_2 se expanden en $62,654 \text{ m}^3$ para una capacidad térmica de $7,174 \text{ kWh}$.

Aproximadamente 15 m^3 de capacidad de "trabajo" sobrante.

- 30 - 1 kg de hexadecano tiene un poder calorífico inferior (PCI) de $11,48 \text{ kWh}$, que deja más de 4 kWh de energía térmica sobrante, es decir:

La capacidad para generar aproximadamente 35 m^3 de CO_2 a 800°C , es decir, acumulado un sobrante total de 50 m^3 de CO_2 a 800°C .

Alternativamente:

- 35 - 1 kg de hexadecano + $2,425 \text{ Nm}^3$ de O_2 + 18 Nm^3 de CO_2 producen dos veces más capacidad de trabajo que 1 kg de hexadecano en combustión atmosférica.

O también:

- $\frac{1}{2} \text{ kg}$ de hexadecano + $1,213 \text{ Nm}^3$ de O_2 + 9 Nm^3 de CO_2 producen el mismo trabajo que 1 kg de hexadecano en la combustión atmosférica.

- 40 Otro ejemplo, 1 kg de hexadecano contiene $70,66$ moles de carbono (véase la tabla). El CO_2 mínimo (para justificar una reacción de Boudouard ideal que homogeneiza la combustión) es de $70,66$ moles de CO_2 , es decir al menos $1,6 \text{ Nm}^3$ de CO_2 (aproximadamente) y un máximo de 27 m^3 de CO_2 para aprovechar el 95% del poder calorífico inferior (PCI) de 1 kg de hexadecano: el valor para un motor dado depende del tipo de motor, es decir la cilindrada del motor, recorrido del pistón, etc., estando este valor entre estos dos números.

De manera adicional, una pequeña parte del lastre de CO₂ puede sustituirse por agua "líquida" inyectada al mismo tiempo que el O₂ y CO₂ de la mezcla oxidante gaseosa.

Esta adición puede ocurrir para:

- 5
- regular la temperatura de combustión que absorbe una gran cantidad de energía en calor latente para transformarlo en energía dinámica por la expansión del volumen del vapor; y
 - homogeneizar la combustión mediante la reacción redox que puede producirse durante el cambio de estado (líquido/vapor) si la molécula de H₂O del vapor está cerca de una molécula de CO. Dicha reacción exotérmica libera una molécula de hidrógeno (H₂) en el medio que reaccionará de cualquier manera con el oxígeno de dicho medio, o bien con un átomo (O) libre o bien con un átomo (O) de una molécula trioxidada.

- 10
- reducir la pérdida térmica por disipación, se recupera calor latente durante la condensación de vapor mediante el refrigerante frío (CO₂ líquido y/o gaseoso, oxígeno, agua líquida).

El procedimiento según la invención reduce el desgaste del equipo, el mantenimiento; todo el gas de combustión producido es reciclable:

- el H₂O puede condensarse en agua destilada;
- 15
- el CO₂ se recicla parcialmente para reutilizarse en el procedimiento según la invención; y
 - el CO₂ y H₂O en exceso pueden reciclarse en una planta de cultivo de microalgas, que luego producirá materiales hidrocarbonados y oxígeno.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de combustión para materiales de partida hidrocarbonados (HC) sólidos, líquidos o gaseosos en un motor térmico (100; 200) que comprende al menos una cámara de combustión (106), comprendiendo dicho procedimiento al menos una repetición de las siguientes etapas que constituyen un ciclo de combustión por medio de la introducción en dicha cámara de combustión (106), de una carga de materiales hidrocarbonados (HC) y un gas oxidante, que activa la combustión de dicha carga de materiales hidrocarbonados con dicho gas oxidante, caracterizado porque el gas oxidante comprende solo trióxígeno (O₃) y dióxido de carbono (CO₂) y/o trióxido de carbono (CO₃).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la carga de materiales hidrocarbonados (HC) se mezcla con al menos un componente del gas oxidante antes de introducirse en la cámara de combustión (106).
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la activación de la combustión de la combustión se lleva a cabo:
 - aplicando una presión en la cámara de combustión (106); y/o
 - suministrando energía eléctrica a dicha cámara de combustión (106).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el procedimiento comprende además una inyección de una cantidad dada de agua líquida y/o gaseosa (H₂O) en la mezcla.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas oxidante comprende entre el 15 y el 25% de oxígeno, en forma de O₃ puro, y entre el 85 y el 75% de CO₂ y/o CO₃.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas oxidante comprende, por cada mol de carbono en el material hidrocarbonado, al menos un mol de CO₂ y/o CO₃ y un máximo de 17 moles de CO₂ y/o CO₃.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende la recuperación del CO₂ presente en el gas de combustión (GC) obtenido después de la combustión, por medio de enfriamiento de dicho gas de combustión (GC), y el uso de al menos una parte del CO₂ recuperado a partir del gas de combustión (GC), en el gas oxidante para un nuevo ciclo de combustión.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque comprende el uso de una parte del CO₂ recuperado en el gas de combustión (GC) en un cultivo de microalgas, proporcionando dicho cultivo de microalgas O₂ por medio de fotosíntesis, al menos una parte de dicho O₂ se usa para obtener trióxido, que contiene el gas oxidante para un nuevo ciclo de combustión.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una etapa de generación de trióxido (O₃) y respectivamente trióxido de carbono (CO₃), por medio del efecto corona aplicado a las moléculas de dioxígeno (O₂) y respectivamente a las moléculas de dióxido de carbono (CO₂).
10. Motor térmico (100, 200) que comprende una cámara de combustión (106), caracterizado porque el motor térmico comprende medios configurados para llevar a cabo el procedimiento de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo dicho motor térmico al menos un módulo de regulación (114, 116) para la:
 - cantidad de CO₂ y/o CO₃; y
 - cantidad de oxígeno en forma de O₃ puro;
 usado en un gas oxidante,

configurándose dicho módulo de regulación para repetir las siguientes etapas que constituyen un ciclo de combustión por medio de la introducción en dicha cámara de combustión (106), de una carga de materiales hidrocarbonados (HC) y el gas oxidante, que activa la combustión de dicha carga de materiales hidrocarbonados con dicho gas oxidante.
11. Sistema (300) para producir energía a partir de materiales hidrocarbonados (HC), caracterizado porque comprende:
 - un motor térmico (100, 200) según la reivindicación 10, que proporciona un gas de combustión (GC) que comprende CO₂; y
 - al menos un reactor de microalgas (302) que produce O₂ mediante fotosíntesis;

- al menos un medio (202, 304) para alimentar dicho reactor (302) con al menos una parte de CO₂ presente en dicho gas de combustión (GC); y

- al menos un medio (306) para recuperar al menos una parte de dicho O₂ producido por dicho reactor de microalgas y reutilizarlo para generar una parte del gas oxidante.

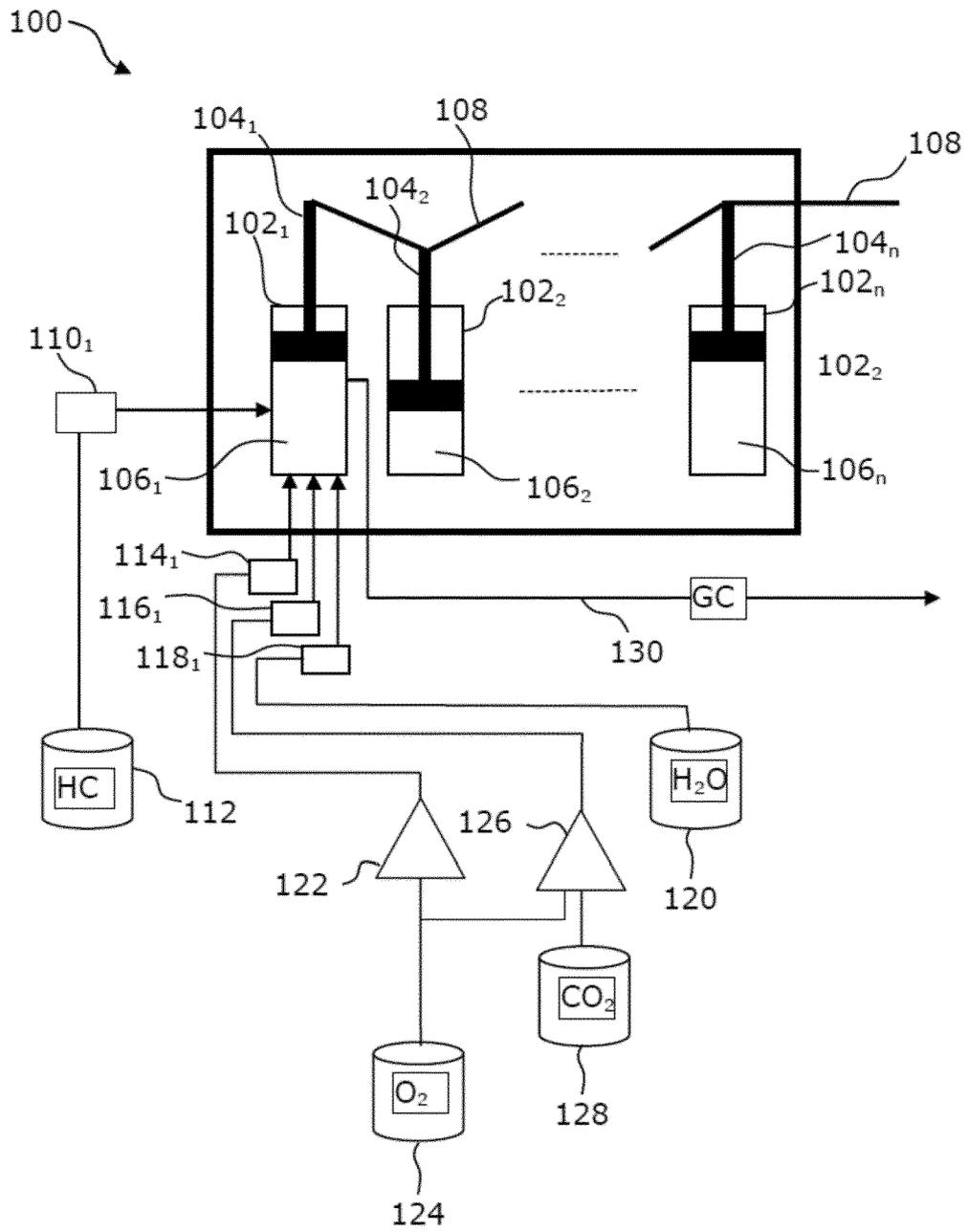


Fig. 1

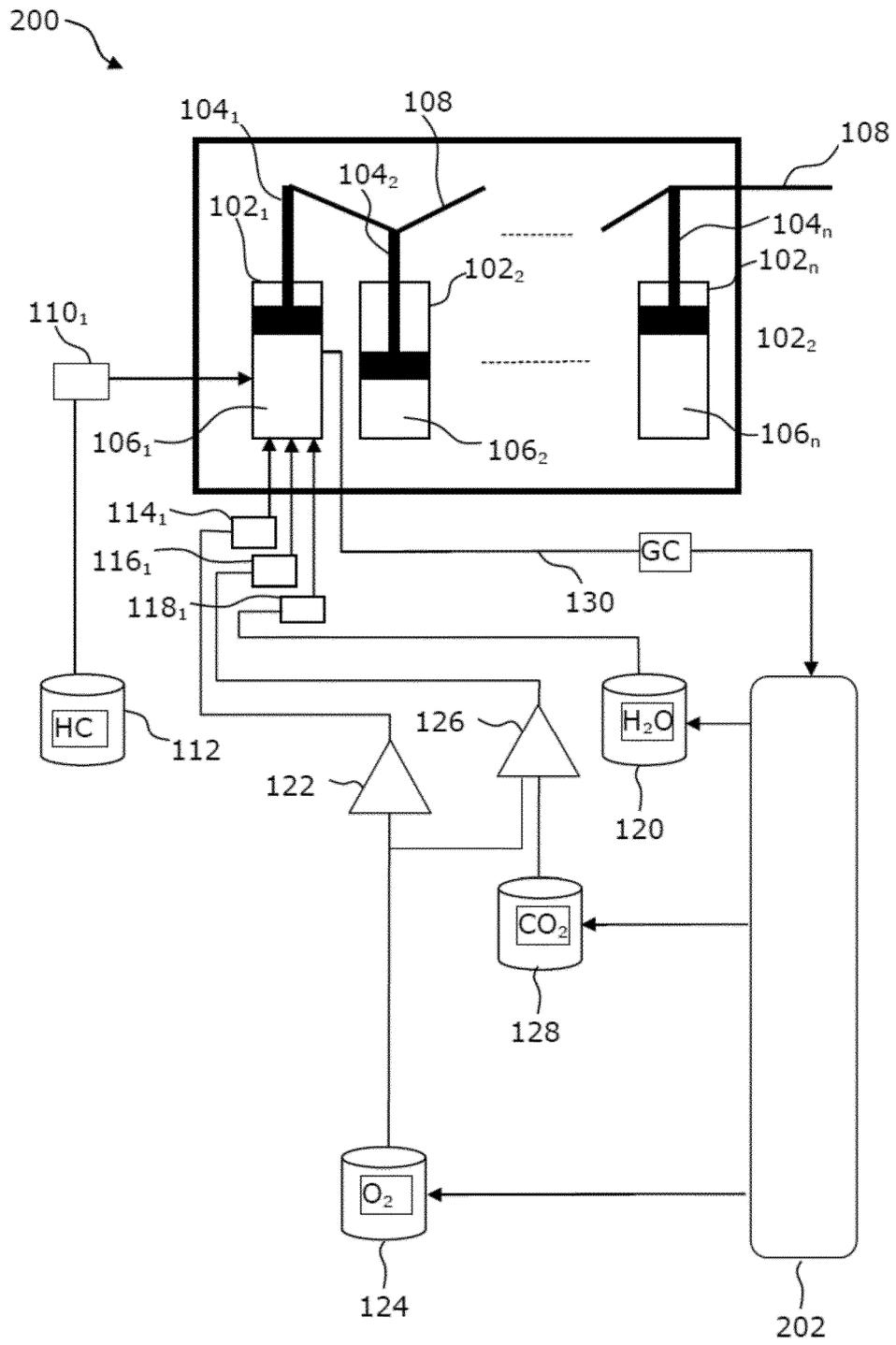


Fig. 2

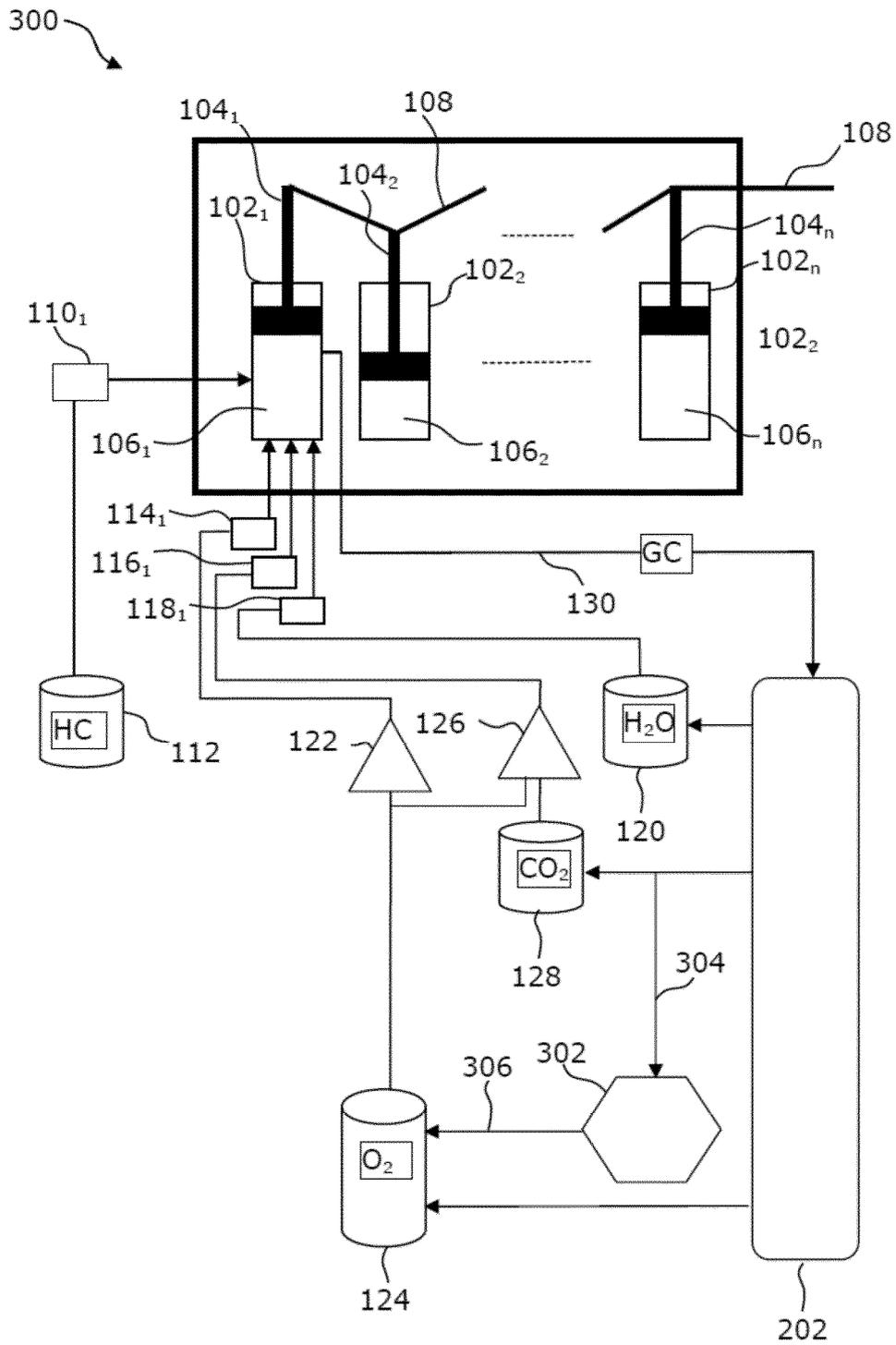


Fig. 3