



Señora

Edna Marcela Ramírez Orozco

Directora de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Solicitud de PCT Patente de Invención denominada **MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA COMO REACTOR QUÍMICO PARA PRODUCIR GAS DE SÍNTESIS A PARTIR DE SUMINISTROS DE HIDROCARBURO.**

Asunto: Respuesta al Requerimiento No. 14359 del 9 de septiembre de 2022.

Expediente No. NC2020/0002404

Juan Carlos Cuesta Quintero, mayor de edad, identificado como aparece al pie de mí firma, obrando en mi calidad de apoderado de **RESEARCH TRIANGLE INSTITUTE**, doy respuesta al Oficio No. 14359 del 9 de septiembre de 2022, bajo los siguientes términos:

1. De la solicitud de patente

1.1. Reivindicaciones

El examinador objeta la claridad de las reivindicaciones, argumentando lo siguiente:

“El capítulo reivindicatorio no es claro, ya que presenta dos reivindicaciones independientes 1 y 22 donde cada una reclaman un elemento diferente de la invención, ya que la reivindicación 1 divulga como se debe arrancar el motor de combustión interna en condiciones ricas en combustible , mientras que la reivindicación 22 reclama el método para hacer funcionar un motor de combustión interna en condiciones ricas en combustible, estas dos reivindicaciones son necesaria para llegar al objetivo de la invención que es un método para generar un gas de síntesis en un motor de combustión interna a partir de hidrocarburos ligeros (Pág. 9, líneas 15 a 20). Se sugiere replantear el capítulo reivindicatorio de manera tal que se presente una sola reivindicación independiente dirigida al método que incluyan todas las características esenciales de las reivindicaciones 1 y 22.



Las reivindicaciones 1 y 22 muestran una secuencia de etapas técnicas de manera general: “arrancar del motor (100) usando un gas entrante”, “ajustar, mientras se aumenta la proporción de equivalencia de combustible-aire, uno o más de entre un regulador (210), un tiempo de encendido, una carga acoplada al motor (100), una presión del combustible, la potencia de un sobrealimentador (215) que actúa sobre el gas entrante o parte del gas entrante, la potencia de un precalentador (220, 235) que actúa sobre el gas entrante”, “el aumento de la temperatura de entrada”, “el ajuste del tiempo de encendido en respuesta al contenido controlado de metano y oxígeno” sin reivindicar sus condiciones técnicas como incrementos en el tiempo de encendido, tasa de apertura del regulador, incrementos de temperatura del precalentador, presión, proporción de equivalencia de combustible-aire inicial, componentes del gas entrante entre otras, las cuales definirían completamente la invención de acuerdo con el soporte presente en la descripción.

Las siguientes frases “un primer valor predeterminado del tiempo de encendido” (Reiv. 3), “un segundo valor predeterminado” (Reiv. 8), “temperatura inicial” (Reiv.15) “un tercer valor predeterminado” (Reiv. 17), “una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor, un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible” (Reiv. 22); son frases de carácter general que sugieren de forma imprecisa que la protección se extendería a posibles variaciones o modificaciones. Se sugiere sustituirlos por un término preciso.

Las siguientes frases, “para mantener la velocidad del motor entre 1.000 y 2.000 rpm” (Reiv. 8, 11, 12, 19 20), “para mantener la temperatura del gas de escape por debajo de 900 °C” (Reiv. 13), “para mantener la velocidad del motor entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que se alcanza el rendimiento volumétrico deseado del motor” (Reiv. 19), “ produce un gas de escape que comprende hidrógeno (H₂) y monóxido de carbono (CO)” (Reiv. 34), son resultados a alcanzar y no define al sistema ni el método, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado. Pueden estar presentes en el capítulo reivindicatorio, siempre acompañados de las características técnicas esenciales de la invención, que contribuyen a la obtención de esos efectos.”

Con el fin de subsanar las objeciones del examinador, el solicitante presenta un nuevo capítulo reivindicatorio corregido, y hace las siguientes aclaraciones:

(1) Se revisa la reivindicación 22 para que dependa de la reivindicación 1.

(2) El examinador objeta algunas frases alegando que son frases generales que sugieren



vagamente que la protección se extendería a posibles variaciones o modificaciones.

(2.1) El examinador objeta la frase " un primer valor predeterminado del tiempo de encendido " (**reivindicación 3**). La frase ha sido suprimida. En cualquier caso, el objeto de la **reivindicación 3** se describe en la pág. 17, líneas 4-23 (énfasis añadido)

Antes del arranque del motor 100, se pueden establecer las condiciones operativas iniciales de modo que la presión del combustible sea un valor normalmente inferior al de la presión ambiente, el regulador 210 se abre parcialmente hasta un valor predeterminado, normalmente, inferior al 50 %, se establece el tiempo de encendido en un primer valor predeterminado, y se acopla la carga al motor 100. En diferentes realizaciones, el tiempo de encendido determina cuándo es generada una chispa por la bujía 155, y se mide con respecto a una posición de rotación del cigüeñal 120 cuando el pistón 115 está en el PMS. El tiempo de encendido, en general, puede avanzarse para generar la chispa antes de que el pistón 115 alcance el PMS. El avance del tiempo de encendido permite que la combustión (o la cantidad deseada de combustión parcial) de la carga se complete cerca del punto donde el pistón 115 alcanza el PMS. El tiempo de encendido normalmente se expresa como los grados de movimiento rotacional del cigüeñal 120 antes de que el pistón 115 alcance el PMS, o simplemente como los grados antes del punto muerto superior (APMS). En diferentes realizaciones, el primer valor del tiempo de encendido predeterminado puede ser de aproximadamente 8 grados APMS, o de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 grados APMS. En otras realizaciones, el primer valor predeterminado del tiempo de encendido puede ser de hasta aproximadamente 30 grados APMS.

(2.2) El examinador objeta la frase " un segundo valor predeterminado " (**anterior reivindicación 8**). El objeto de la **anterior reivindicación 8 (reivindicación modificada 7)** se describe en la pág. 17, línea 24 a pág. 18, línea 24 (énfasis añadido):

Tras iniciarse el arranque del motor 100 y permitir que el motor 100 gire durante un corto período de tiempo hasta que el motor se enciende, normalmente, se puede aumentar la presión del combustible hasta casi la presión ambiente para permitir que el motor 100 funcione por sí solo. Se debe controlar la velocidad del motor tras el arranque. El tiempo de encendido puede avanzar gradualmente hasta un segundo valor predeterminado mientras se añade carga para mantener la velocidad del motor entre aproximadamente 1.000 y 2.000 rpm. El segundo valor del tiempo de encendido predeterminado puede ser de aproximadamente 16 grados APMS. En otras realizaciones, el segundo valor del tiempo de encendido predeterminado puede variar de aproximadamente 8 grados a aproximadamente 28 grados APMS, preferentemente, entre aproximadamente 10 y



aproximadamente 20 grados APMS.

Como se ha analizado anteriormente, el sobrealimentador 215 puede ser alimentado en ciertas realizaciones por un motor eléctrico. En dichas realizaciones, el sobrealimentador 215 puede ser alimentado inicialmente, y luego se puede aumentar gradualmente la potencia mientras aumenta gradualmente la presión del combustible para mantener la velocidad del motor entre aproximadamente 1.000 a 2.000 rpm. En diferentes realizaciones, el sobrealimentador 215 puede alimentarse inicialmente a un valor predeterminado inicial, normalmente, una configuración que suministra aire similar a la aspiración natural del motor, y aumentarse gradualmente hasta un segundo valor predeterminado en incrementos que son de aproximadamente el 10 % al 15 % del intervalo entre esas configuraciones. En diferentes realizaciones, la presión del combustible puede aumentarse gradualmente en aproximadamente 24,9 Pa (0,1 pulgadas de H₂O), aunque se pueden usar incrementos mayores.

Como resulta evidente, la característica específica definida en la **anterior reivindicación 8 (reivindicación modificada 7)**:

“el ajuste del tiempo de encendido comprende avanzar el tiempo de encendido hasta un segundo valor predeterminado mientras se aumenta la carga del motor para mantener la velocidad del motor entre aproximadamente 1.000 y 2.000 rpm”

Es literalmente descrito en el extracto anteriormente citado (énfasis añadido):

“El tiempo de encendido puede avanzar gradualmente hasta un segundo valor predeterminado mientras se añade carga para mantener la velocidad del motor entre aproximadamente 1.000 y 2.000 rpm”

A la vista de la descripción, es evidente para el experto que el método comprende una etapa en el que se ajusta el tiempo de encendido a un segundo valor predeterminado mientras se aumenta la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor entre 1000 y 2000 RPM. En otras palabras, las características definidas en la **anterior reivindicación 8 (reivindicación 7 modificada)** especifican un parámetro de funcionamiento del motor que se especifica además en la **anterior reivindicación 9 (reivindicación 8 modificada)**.

(2.3) El examinador objeta la frase "temperatura inicial " (**anterior reivindicación 15**). El objeto de la **anterior reivindicación 15 (reivindicación modificada 14)** se describe en la pág. 17, línea 24 a pág. 18, línea 24 (énfasis añadido):

Aunque no se muestra en la Fig. 1, el motor 100 puede comprender además un



precalentador para aumentar la temperatura de uno o ambos de entre el combustible y el oxidante antes de entrar por el orificio de entrada 145, y un sobrealimentador para aumentar la presión de uno o ambos de entre el combustible y el oxidante antes de entrar por el orificio de entrada 145. El precalentador puede comprender un intercambiador de calor para extraer una parte del calor, por ejemplo, de los gases de escape del motor 100. Como alternativa, el precalentador puede obtener energía térmica mediante otros procesos conocidos en la técnica, tales como los calentadores eléctricos, combustión de un combustible secundario o eliminación del calor de otro proceso. El sobrealimentador puede comprender una turbina para extraer energía de los gases de escape del motor 100. Como alternativa, el sobrealimentador puede ser alimentado por otros procesos conocidos en la técnica, tales como un motor eléctrico o la eliminación de energía de otro proceso.

A la vista de la descripción, es evidente para el experto que el método comprende una etapa de ajustar el precalentador a una temperatura inicial por cualquiera de los métodos mencionados en el citado párrafo.

(2.4) El examinador objeta la frase " un tercer valor predeterminado " en la **anterior reivindicación 17 (reivindicación modificada 16)**. Los valores predeterminados primero y segundo ya se han tratado anteriormente. El mismo razonamiento se aplica aquí para el tercer valor predeterminado de la reivindicación en la **anterior reivindicación 17 (reivindicación 16 modificada)**.

(2.5) El examinador objeta la frase "una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor, un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible" (**anterior reivindicación 22**) El objeto de la **anterior reivindicación 22 (reivindicación modificada 21)** se describe en la pág. 23, línea 5 a pág. 24, línea 7 (énfasis añadido):

Una vez que se logra el arranque del motor 100 para alcanzar condiciones ricas en combustible (tal como mediante la implementación, por ejemplo, del método descrito anteriormente en referencia a la FIG. 5), la FIG. 6 ilustra otro diagrama de flujo general de diferentes realizaciones de un método 600 para el funcionamiento continuo del motor 100 en condiciones ricas en combustible. En la etapa 605, se puede mantener un conjunto inicial de condiciones operativas tras el arranque del motor 100 para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, la velocidad del motor, el tiempo de encendido, la proporción de equivalencia de gas combustible-aire y la temperatura de entrada del gas combustible. La temperatura de entrada del gas combustible puede aumentarse en la etapa 610 aumentando la potencia al precalentador



mientras se mantiene la proporción de equivalencia de combustible-aire. Se puede controlar un contenido de metano y oxígeno (suponiendo que el metano es el hidrocarburo del combustible) del gas de escape. El tiempo de encendido puede ajustarse en la etapa 615 en respuesta al contenido de metano y oxígeno controlado.

En diferentes realizaciones, la contrapresión de escape operativa inicial puede estar entre aproximadamente la presión ambiente y 500 kPa (5 bares) absolutos, la presión del colector de admisión operativa inicial puede estar entre aproximadamente la presión ambiente y 200 kPa (2 bares) absolutos, la velocidad operativa inicial del motor puede estar entre aproximadamente 1000-2000 rpm, el tiempo de encendido operativo inicial puede estar entre aproximadamente 25 y 35 grados APMS, la proporción de equivalencia de combustible-aire operativa inicial puede estar entre aproximadamente 1,6 y 2,4, y la temperatura inicial del gas combustible puede estar entre aproximadamente 200 °C y 270 °C. La FIG. 7 ilustra intervalos aproximados de temperatura de gas combustible para proporciones de equivalencia de combustible-aire que varían de 1 a 2.

Como resulta evidente, la característica específica definida en la **anterior reivindicación 22 (reivindicación modificada 21)**:

“el mantenimiento de un conjunto de condiciones operativas de mantenimiento tras el arranque del motor para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor, un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible;”

Es literalmente descrito en el extracto anteriormente citado (énfasis añadido):

“En la etapa 605, *se puede mantener un conjunto inicial de condiciones operativas tras el arranque del motor 100 para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, la velocidad del motor, el tiempo de encendido, la proporción de equivalencia de gas combustible-aire y la temperatura de entrada del gas combustible*”

A la vista de la descripción, es evidente para el experto que el método comprende una etapa donde se mantiene un conjunto de condiciones operativas tras el arranque del motor para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor, un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible.

Los valores específicos de estos parámetros se describen en el segundo de los párrafos anteriormente citados (que termina en la pág. 24, línea 7) y se definen en las reivindicaciones que



siguen a la **anterior reivindicación 22 (reivindicación 21 modificada)**.

(3) El examinador objeta algunas frases alegando que se trata de resultados a alcanzar:

(3.1) Anterior reivindicación 7 (reivindicación modificada 6): se modifica para definir que las condiciones de funcionamiento del motor se modifican para mantener el motor bajo los parámetros de trabajo especificados en la reivindicación 6 modificada:

6. *El método de la reivindicación 1, caracterizado porque las condiciones del motor son modificadas para mantener una velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 revoluciones por minuto (rpm) y una temperatura de un gas de escape inferior a 900 °C.*

Así, la reivindicación 6 modificada define que las condiciones de funcionamiento definidas en la reivindicación 1 se modifican para mantener el motor bajo los parámetros definidos en la reivindicación modificada 6.

(3.2) De forma similar a la anterior reivindicación 7 (reivindicación 6 modificada), las **anteriores reivindicaciones 8, 11, 12, 19, 20 (reivindicaciones 7, 10, 11, 18, 19 modificadas)** definen qué condiciones de funcionamiento del motor se modifican para mantener el motor bajo los parámetros de trabajo especificados en cada una de las reivindicaciones:

Reivindicación modificada 7

*avanzar el tiempo de encendido hasta un segundo valor predeterminado mientras se aumenta la carga del motor (100)
para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm*

Reivindicación modificada 10

aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se aumenta la presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

Reivindicación modificada 11

aumentar el regulador (210) mientras se aumenta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

Reivindicación modificada 18

aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se ajusta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que se alcanza el rendimiento volumétrico deseado del motor (100).

Reivindicación modificada 19

cuando el precalentador (220, 235) alcanza la temperatura inicial, aumentar la temperatura del



precalentador (220, 235) mientras se ajusta la presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que la equivalencia de combustible-aire alcance un valor de entre 1,6 a 2,4.

Así, las reivindicaciones modificadas **7, 10, 11, 18, 19** definen qué condiciones de funcionamiento se modifican para mantener el motor bajo los parámetros definidos en cada una de las reivindicaciones.

(3.3) De forma similar a las reivindicaciones anteriores 8, 11, 12, 19, 20 (reivindicaciones modificadas 7, 10, 11, 18, 19), la **reivindicación anterior 13 (reivindicación modificada 12)** define qué condiciones de funcionamiento del motor se controlan y cuáles se modifican para mantener el motor bajo los parámetros de trabajo especificados. Así, la **anterior reivindicación 13 (reivindicación 12 modificada)** define:

controlar la temperatura del gas de escape y modificar uno o más de entre la presión del combustible, el regulador (210) y la carga del motor (100) para mantener la temperatura del gas de escape por debajo de 900°C.

De nuevo, la anterior reivindicación 13 (reivindicación 12 modificada) define condiciones de funcionamiento específicas controladas y modificadas para mantener el motor bajo parámetros de funcionamiento especificados, que cumplen con la definición de un método mediante características técnicas.

(3.5) Las anteriores reivindicaciones 32-34 se han eliminado.

2. Examen de patentabilidad.

2.1. Nivel inventivo

El examinador objeta el nivel inventivo de la solicitud a la luz de las enseñanzas combinadas de D2, D3 y D5. Con el fin de subsanar las objeciones del examinador, el solicitante presenta las siguientes observaciones y aclaraciones:

El solicitante señala que el documento recientemente citado D5 fue identificado recientemente en la correspondiente solicitud de patente china del solicitante. En consecuencia, el enfoque adoptado por el solicitante en el caso chino se tiene en cuenta para la presente solicitud. Así pues, la reivindicación 1 se ha revisado para definir:

“comprendiendo además el método establecer las condiciones iniciales antes de arrancar el motor (100) de un primer valor predeterminado del tiempo de encendido, donde ajustar el primer valor predeterminado del tiempo de encendido comprende ajustar el tiempo de encendido de entre 5 a



12 grados antes del punto muerto superior (APMS)”

Que son características de las anteriores reivindicaciones 3 y 5.

La presente solicitud, en la pág. 17, líneas 9-23, describe que:

*“En diferentes realizaciones, el tiempo de encendido determina cuándo es generada una chispa por la bujía 155, y se mide con respecto a una posición de rotación del cigüeñal 120 cuando el pistón 115 está en el PMS. **El tiempo de encendido, en general, puede avanzarse para generar la chispa antes de que el pistón 115 alcance el PMS.** El avance del tiempo de encendido permite que la combustión (o la cantidad deseada de combustión parcial) de la carga se complete cerca del punto donde el pistón 115 alcanza el PMS. **El tiempo de encendido normalmente se expresa como los grados de movimiento rotacional del cigüeñal 120 antes de que el pistón 115 alcance el PMS, o simplemente como los grados antes del punto muerto superior (APMS).** En diferentes realizaciones, el primer valor del tiempo de encendido predeterminado puede ser de aproximadamente 8 grados APMS, o de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 grados APMS. En otras realizaciones, el primer valor predeterminado del tiempo de encendido puede ser de hasta aproximadamente 30 grados APMS.”*

La presente solicitud, en la pág. 24, líneas 8-13, describe que:

*“En diferentes realizaciones, el ajuste del tiempo de encendido en respuesta al metano y oxígeno controlados comprende controlar el deslizamiento del metano y del oxígeno (es decir, metano y oxígeno sin reaccionar que pasan a través del motor 100). Si el contenido de metano del gas de escape o el contenido de oxígeno del gas de escape superan los niveles aceptables, **se puede avanzar el tiempo de encendido para reducir el deslizamiento.**”*

Es importante señalar que D5 trata del funcionamiento de un motor en un modo completamente diferente. D5 sólo contempla el funcionamiento en encendido por compresión, donde la compresión en el cilindro eleva la temperatura de la mezcla lo suficiente como para lograr el autoencendido. La descripción de D5 trata del control de variables para mantener el encendido en el punto muerto superior (PMS) del ciclo del motor.

Sin embargo, la presente solicitud de patente se centra únicamente en una operación de encendido por chispa en la que los presentes inventores utilizan una bujía para encender el material en el cilindro y los presentes inventores lo hacen ajustando el tiempo de encendido fuera del PMS.

La reivindicación D5 no divulga ni sugiere establecer/ajustar el tiempo de encendido, ni divulga ni sugiere el intervalo específico del valor predeterminado del tiempo de encendido tal como se indica en la reivindicación 1 modificada de la presente solicitud.



Además, se afirma que la configuración/ajuste del tiempo de encendido contribuye a resolver el problema técnico de la presente solicitud, por ejemplo, porque el tiempo de encendido puede adelantarse para reducir el deslizamiento, lo que tampoco se menciona en D5.

Por lo tanto, basándose en la divulgación de D5, un experto en la materia no puede concebir fácilmente el esquema técnico de la reivindicación 1 modificada de la presente solicitud. Las deficiencias de D5 no se resuelven con las citas D2 y D3.

3. Conclusiones

En consecuencia, el solicitante ha demostrado que la invención de la patente es nueva e inventiva con base en la modificación del conjunto de reivindicaciones y los argumentos expuestos anteriormente. Por lo tanto, le pedimos amablemente al examinador que considere su opinión y conceda la patente para la presente invención, por lo que queda evidenciado que la invención cumple con los requisitos de patentabilidad definidos en la Decisión 486 de 2000.

Cordialmente,

Juan Carlos Cuesta Quintero.

C.C. 79.339.809 de Bogotá

T.P. 43.273 del C.S. de la J.

Anexos: Comprobante de pago por modificación voluntaria al capítulo reivindicatorio.
Capítulo reivindicatorio modificado en control de cambios.
Capítulo reivindicatorio modificado en limpio.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un gas de síntesis en un motor de combustión interna (100) en condiciones ricas en combustible, caracterizado porque
5 comprende:

arrancar el motor (100) usando un gas entrante que tiene una proporción de equivalencia de combustible-aire inicial;

aumentar gradualmente la proporción de equivalencia de combustible-aire para generar un gas entrante rico en combustible; y

10 ajustar, mientras se aumenta la proporción de equivalencia de combustible-aire, uno o más de entre un regulador (210), un tiempo de encendido, una carga acoplada al motor (100), una presión del combustible, la potencia de un sobrealimentador (215) que actúa sobre el gas entrante o parte del gas entrante, la potencia de un precalentador (220, 235) que actúa sobre el
15 gas entrante mientras se mantiene una proporción de equivalencia de combustible-aire de ~~entre~~ 1,6 a 2,4;

comprendiendo además el método establecer las condiciones iniciales antes de arrancar el motor (100) de un primer valor predeterminado del tiempo de encendido, donde ajustar el primer valor predeterminado del tiempo de
20 encendido comprende ajustar el tiempo de encendido de entre 5 a 12 grados antes del punto muerto superior (APMS).

2. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque el gas entrante comprende compuestos de hidrocarburo y una corriente que contiene oxígeno.

3. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además establecer las condiciones iniciales antes de arrancar el motor (100) como al menos una de entre la presión del combustible predeterminada, el regulador (210) parcialmente abierto, ~~un primer valor predeterminado del tiempo de encendido~~ y una carga acoplada al motor (100).

4. El método de la reivindicación 3, caracterizado porque ajustar el regulador (210) parcialmente abierto comprende ajustar el regulador (210) en un ajuste predeterminado por debajo del 50 %.

~~5. El método de la reivindicación 3, caracterizado porque ajustar el primer valor predeterminado del tiempo de encendido comprende ajustar el tiempo de encendido de entre 5 a 12 grados antes del punto muerto superior (APMS).~~

~~65.~~ El método de la reivindicación 1, caracterizado porque el arranque del motor 100 comprende ajustar la presión del combustible a un calibre de 0 Pa y permitir que arranque el motor (100).

~~76.~~ El método de la reivindicación 1, caracterizado porque las condiciones del motor son modificadas para se-mantener una velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 revoluciones por minuto (rpm) y una temperatura de un gas de escape inferior a 900 °C.

~~87.~~ El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar el tiempo de encendido comprende avanzar el tiempo de encendido hasta un segundo

valor predeterminado mientras se aumenta la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

98. El método de la reivindicación 87, caracterizado porque el segundo valor predeterminado del tiempo de encendido está entre 8 grados APMS y 28 grados APMS.

109. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar la potencia del sobrealimentador (215) comprende alimentar inicialmente el sobrealimentador (215).

1110. El método de la reivindicación 109, caracterizado porque comprende además aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se aumenta la presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

1211. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar el regulador (210) comprende aumentar el regulador (210) mientras se aumenta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

1312. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además controlar la temperatura del gas de escape y modificar uno o más de entre la presión del combustible, el regulador (210) y la carga del motor (100) para mantener la temperatura del gas de escape por debajo de 900°C.

[1413](#). El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar la potencia del precalentador (220, 235) comprende alimentar inicialmente el precalentador (220, 235).

5

[1514](#). El método de la reivindicación [1413](#), caracterizado porque comprende además ajustar el precalentador (220, 235) a una temperatura inicial y aumentar la presión del combustible a medida que aumenta la temperatura del precalentador (220, 235) mientras se mantiene la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

10

[1615](#). El método de la reivindicación [1514](#), caracterizado porque la temperatura inicial del precalentador (220, 235) es de 200 °C.

15

[1716](#). El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además ajustar el tiempo de encendido a un tercer valor predeterminado.

[1817](#). El método de la reivindicación [1716](#), caracterizado porque el tercer valor predeterminado del tiempo de encendido es de entre 20 a 30 grados APMS.

20

[1918](#). El método de la reivindicación [1110](#), caracterizado porque comprende además aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se ajusta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que se alcanza el rendimiento volumétrico deseado del motor (100).

25

[2019](#). El método de la reivindicación [1514](#), caracterizado porque comprende además, cuando el precalentador (220, 235) alcanza la temperatura inicial, aumentar la temperatura del precalentador (220, 235) mientras se ajusta la presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que la equivalencia de combustible-aire alcance un valor de entre 1,6 a 2,4.

[2120](#). El método de la reivindicación 1, caracterizado porque la proporción de equivalencia de combustible-aire inicial del gas combustible es de 1.

[2221](#). ~~Un El método de la reivindicación 1 para hacer funcionar un motor de combustión interna (100) en condiciones ricas en combustible~~, caracterizado porque comprende:

mantener un conjunto de condiciones operativas de mantenimiento tras el arranque del motor (100) para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor (100), un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible;

aumentar la temperatura de entrada del gas combustible mientras se mantiene la proporción de equivalencia de gas combustible-aire y el control del contenido de metano y oxígeno de un gas de escape del motor (100); y

ajustar el tiempo de encendido en respuesta al contenido controlado de metano y oxígeno donde la proporción de equivalencia de gas combustible-aire operativa es de ~~entre~~ 1,6 a 2,4.

[2322](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque la contrapresión de escape operativa inicial es de entre la presión ambiente y 500 kPa absolutos.

5

[2423](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque la presión del colector de admisión operativa está entre la presión ambiente y 200 kPa absolutos.

10

[2524](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque la velocidad operativa inicial del motor (100) está entre 1.000 y 2.000 revoluciones por minuto (rpm).

15

[2625](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque el tiempo de encendido operativo inicial está entre 25 y 35 grados antes del punto muerto superior (APMS).

20

[2726](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque la temperatura de entrada de gas combustible operativa inicial está entre 200 °C y 270 °C.

[2827](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque ajustar el tiempo de encendido en respuesta al contenido controlado de metano y oxígeno comprende avanzar el tiempo de encendido si el contenido controlado de metano u oxígeno aumenta más allá de los niveles aceptables.

25

- [2928](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque comprende además controlar la temperatura del gas de escape de cada cilindro (105) del motor (100).
- 5 [3029](#). El método de la reivindicación [2928](#), caracterizado porque comprende además ajustar individualmente un tiempo de encendido de cada cilindro (105) para reducir la variabilidad en la temperatura del gas de escape de cada cilindro (105) dentro de un intervalo de 75 °C.
- 10 [3130](#). El método de la reivindicación [2221](#), caracterizado porque el gas de escape comprende una combinación de al menos dos de entre hidrógeno (H₂), monóxido de carbono (CO), nitrógeno (N₂), vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) y componentes traza.
- 15 ~~32. Un sistema reformador de gas, que tiene:~~
~~un motor de combustión interna (100) que tiene una entrada (145) de gas combustible, una salida (150) de gas de escape, una pluralidad de cilindros (105), un sistema de temporización del encendido, un regulador (210), un precalentador (220, 235) de gas combustible y un sobrealimentador (215);~~
- 20 ~~caracterizado porque el motor de combustión interna (100) funciona con una proporción de equivalencia de gas combustible-aire de entre 1,6 y 2,4.~~
- ~~33. El sistema reformador de gas de la reivindicación 32, caracterizado porque el motor de combustión interna (100) ajusta individualmente una proporción de equivalencia de gas combustible-aire, una temperatura de entrada~~
- 25

del gas combustible, una presión del colector de entrada, un tiempo de encendido, una velocidad del motor (100), una presión del colector de escape y una temperatura del gas de escape.

- 5 34. — El sistema reformador de gas de la reivindicación 32, caracterizado porque el motor de combustión interna (100) produce un gas de escape que comprende hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO).

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un gas de síntesis en un motor de combustión interna (100) en condiciones ricas en combustible, caracterizado porque

5 comprende:

arrancar el motor (100) usando un gas entrante que tiene una proporción de equivalencia de combustible-aire inicial;

aumentar gradualmente la proporción de equivalencia de combustible-aire para generar un gas entrante rico en combustible; y

10 ajustar, mientras se aumenta la proporción de equivalencia de combustible-aire, uno o más de entre un regulador (210), un tiempo de encendido, una carga acoplada al motor (100), una presión del combustible, la potencia de un sobrealimentador (215) que actúa sobre el gas entrante o parte del gas entrante, la potencia de un precalentador (220, 235) que actúa sobre el
15 gas entrante mientras se mantiene una proporción de equivalencia de combustible-aire de 1,6 a 2,4;

comprendiendo además el método establecer las condiciones iniciales antes de arrancar el motor (100) de un primer valor predeterminado del tiempo de encendido, donde ajustar el primer valor predeterminado del tiempo de
20 encendido comprende ajustar el tiempo de encendido de entre 5 a 12 grados antes del punto muerto superior (APMS).

2. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque el gas entrante comprende compuestos de hidrocarburo y una corriente que contiene oxígeno.

3. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además establecer las condiciones iniciales antes de arrancar el motor (100) como al menos una de entre la presión del combustible predeterminada, el regulador (210) parcialmente abierto, y una carga acoplada al motor (100).

5

4. El método de la reivindicación 3, caracterizado porque ajustar el regulador (210) parcialmente abierto comprende ajustar el regulador (210) en un ajuste predeterminado por debajo del 50 %.

10 5. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque el arranque del motor 100 comprende ajustar la presión del combustible a un calibre de 0 Pa y permitir que arranque el motor (100).

15 6. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque las condiciones del motor son modificadas para mantener una velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 revoluciones por minuto (rpm) y una temperatura de un gas de escape inferior a 900 °C.

20 7. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar el tiempo de encendido comprende avanzar el tiempo de encendido hasta un segundo valor predeterminado mientras se aumenta la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

25 8. El método de la reivindicación 7, caracterizado porque el segundo valor predeterminado del tiempo de encendido está entre 8 grados APMS y 28 grados

APMS.

9. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar la potencia del sobrealimentador (215) comprende alimentar inicialmente el
5 sobrealimentador (215).

10. El método de la reivindicación 9, caracterizado porque comprende además aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se aumenta la presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre
10 1.000 y 2.000 rpm.

11. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar el regulador (210) comprende aumentar el regulador (210) mientras se aumenta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor
15 (100) entre 1.000 y 2.000 rpm.

12. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además controlar la temperatura del gas de escape y modificar uno o más de entre la presión del combustible, el regulador (210) y la carga del motor (100)
20 para mantener la temperatura del gas de escape por debajo de 900°C.

13. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque ajustar la potencia del precalentador (220, 235) comprende alimentar inicialmente el precalentador (220, 235).
25

14. El método de la reivindicación 13, caracterizado porque comprende además ajustar el precalentador (220, 235) a una temperatura inicial y aumentar la presión del combustible a medida que aumenta la temperatura del precalentador (220, 235) mientras se mantiene la velocidad del motor (100) entre
5 1.000 y 2.000 rpm.

15. El método de la reivindicación 14, caracterizado porque la temperatura inicial del precalentador (220, 235) es de 200 °C.

10 16. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además ajustar el tiempo de encendido a un tercer valor predeterminado.

17. El método de la reivindicación 16, caracterizado porque el tercer valor predeterminado del tiempo de encendido es de entre 20 a 30 grados APMS.

15

18. El método de la reivindicación 10, caracterizado porque comprende además aumentar la potencia del sobrealimentador (215) mientras se ajusta la presión del combustible y la carga del motor (100) para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000 y 2.000 rpm hasta que se alcanza el rendimiento
20 volumétrico deseado del motor (100).

19. El método de la reivindicación 14, caracterizado porque comprende además, cuando el precalentador (220, 235) alcanza la temperatura inicial, aumentar la temperatura del precalentador (220, 235) mientras se ajusta la
25 presión del combustible para mantener la velocidad del motor (100) entre 1.000

y 2.000 rpm hasta que la equivalencia de combustible-aire alcance un valor de entre 1,6 a 2,4.

20. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque la proporción de equivalencia de combustible-aire inicial del gas combustible es de 1.

21. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende:
mantener un conjunto de condiciones operativas de mantenimiento tras el arranque del motor (100) para una contrapresión de escape, una presión del colector de admisión, una velocidad del motor (100), un tiempo de encendido, una proporción de equivalencia de gas combustible-aire y una temperatura de entrada de gas combustible;

aumentar la temperatura de entrada del gas combustible mientras se mantiene la proporción de equivalencia de gas combustible-aire y el control del contenido de metano y oxígeno de un gas de escape del motor (100); y

ajustar el tiempo de encendido en respuesta al contenido controlado de metano y oxígeno donde la proporción de equivalencia de gas combustible-aire operativa es de 1,6 a 2,4.

22. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque la contrapresión de escape operativa inicial es de entre la presión ambiente y 500 kPa absolutos.

23. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque la presión del colector de admisión operativa está entre la presión ambiente y 200 kPa absolutos.

24. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque la velocidad operativa inicial del motor (100) está entre 1.000 y 2.000 revoluciones por minuto (rpm).

5

25. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque el tiempo de encendido operativo inicial está entre 25 y 35 grados antes del punto muerto superior (APMS).

10 26. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque la temperatura de entrada de gas combustible operativa inicial está entre 200 °C y 270 °C.

27. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque ajustar el tiempo de encendido en respuesta al contenido controlado de metano y oxígeno
15 comprende avanzar el tiempo de encendido si el contenido controlado de metano u oxígeno aumenta más allá de los niveles aceptables.

28. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque comprende además controlar la temperatura del gas de escape de cada cilindro (105) del
20 motor (100).

29. El método de la reivindicación 28, caracterizado porque comprende además ajustar individualmente un tiempo de encendido de cada cilindro (105) para reducir la variabilidad en la temperatura del gas de escape de cada cilindro
25 (105) dentro de un intervalo de 75 °C.

30. El método de la reivindicación 21, caracterizado porque el gas de escape comprende una combinación de al menos dos de entre hidrógeno (H_2), monóxido de carbono (CO), nitrógeno (N_2), vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) y componentes traza.
- 5



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2020/0002404

Recibo: 22-126316

Fecha: 07/12/2022

JUAN CARLOS CUESTA QUINTERO

CC: 79.339.809

Pago PSE No: 763281

CUS: 1799606992

Patente PCT

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA COMO REACTOR QUÍMICO PARA PRODUCIR GAS DE SÍNTESIS A PARTIR DE SUMINISTROS DE HIDROCARBURO

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 176,000	\$ 176,000
TOTAL					\$ 176,000