

Doctora

Nubia Milena Pinzón Ibáñez

DIRECTORA DE NUEVAS CREACIONES (E)

Solicitud de Patente de Invención

Asunto: Respuesta al Requerimiento de la SIC - Oficio No. 21956

Expediente No.: NC2023/0014658

Solicitante: Juan José Lozada Castro

Título de la Invención: Motor que utiliza los cambios de fase líquido/gas/supercrítico/líquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico

En atención al requerimiento contenido en el Oficio No. 21956 emitido por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), presentamos a continuación una respuesta estructurada que subsana las objeciones señaladas respecto al capítulo reivindicatorio y clarifica la naturaleza técnica de la invención, conforme a la Decisión 486 de la Comunidad Andina y al Título X de la Circular Única.

1. De la solicitud de patente

1.1. Reivindicaciones

A continuación, se presentan los argumentos en respuesta a cada una de las objeciones del Examinador:

Esta oficina informa que, la estructura de las reivindicaciones 1 a 10 no permite identificar con claridad el objeto a proteger y las características que lo definen. Dado que se debe tener en cuenta que las reivindicaciones deben ir numeradas consecutivamente, preferiblemente por números arábigos, esto no se cumple, dado que se evidencian 11 reivindicaciones independientes dentro del documento, pero estas no están enumeradas de forma correcta en el documento por lo tanto se solicita estas sean enumeradas de forma adecuada.

Atendiendo lo indicado, se ha consolidado el capítulo en una sola reivindicación independiente de “Motor en ciclo cerrado con N₂” y nueve dependientes que precisan las características técnicas (coraza, carbón activado, resistencia integrada, canales paralelos, control, aislamiento, dosificación coordinada, retorno/recondensación, compresor 12 V). Todas las reivindicaciones quedan numeradas consecutivamente en arábigos y con alcances no solapados, lo que satisface claridad y concisión.

Carrera 11 No. 140 – 65 | Cel. (+57) 3103343116 | Wsp: (+57) 3154127315

Bogotá, D.C. – Colombia

Email: contacto@ipinnspire.com

www.ipinnspire.com

Esta oficina informa que, las reivindicaciones 3 y 9 presentan como características técnicas resultados a alcanzar, discriminados de la siguiente forma respectivamente: la reivindicación 3 se refieren únicamente a un valor de la siguiente frase “es altamente eficiente de acuerdo a la termodinámica clásica su eficiencia puede llegar a valores del 89,8%, lo cual es muy competitivo para sustituir los motores convencionales de combustión.” y por otro lado la reivindicación 9 se refieren únicamente a un valor de la siguiente frase “el motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, mejora la potencia y autonomía de los carros que funcionan con energías alternativas, este motor como se ha planteado desarrolla 2,5 HP a 3000 rpm”, que no definen la invención descrita, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta en la solicitud, sino todas las alternativas presentes o futuras que permitan llegar a ese resultado. Se sugiere reemplazar por las características técnicas esenciales, estructurales o funcionales, que contribuyen a la obtención de ese efecto.

En respuesta a esto, se han eliminado estos valores del capítulo, en su lugar, las reivindicaciones caracterizan estructura y función verificables, conforme lo sugiere el Examinador.

Esta oficina informa que, la reivindicación 1 hace referencia a los dibujos, según la expresión “Un motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, en donde dicho sistema de acuerdo a la Figura 1 comprende...”. Se sugiere eliminar la referencia a los dibujos.

Para superara lo anterior, se ha suprimido toda referencia del tipo “de acuerdo con la Figura...”. El capítulo ahora no remite a figuras y describe características técnicas del motor.

Esta oficina informa que, las reivindicaciones 4, 6, 7, 8, 9 y 10 presentan como características técnicas esenciales de la invención ventajas técnicas en el caso de la reivindicación 4 menciona que: “no produce ningún tipo de residuo que pueda afectar la salud o el medio ambiente.”, en el caso de la reivindicación 6 menciona que: “es un sistema bastante sencillo, requiere pocas partes haciendo disminuir los costos de producción”, en el caso de la reivindicación 7 menciona que: “no requiere ningún tipo de combustible, la energía que se requiere para su funcionamiento se puede obtener con paneles solares”, en el caso de la reivindicación 8 menciona que: “presenta un menor desgaste interno de las piezas por que funciona isotérmicamente a temperaturas bajas entre -1 °C y 1 °C”, en el caso de la reivindicación 9 menciona que: “mejora la potencia y autonomía de los carros que funcionan con energías alternativas”, en el caso de la reivindicación 10 menciona que: “por utilizar la tecnología de los motores que actualmente funcionan puede montarse a los vehículos actuales sin tener que desarrollar tecnologías adicionales.”, las cuales no se aceptan como características técnicas ya que no definen específicamente la estructura de la invención. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por su forma o constitución y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.

En respuesta a lo anterior, se ha modificado el capítulo reivindicatorio y las menciones a ventajas (ambientales, costos, ausencia de combustible, menor desgaste, compatibilidad vehicular, etc.) han sido eliminadas.

Esta oficina informa que, el capítulo reivindicatorio contiene un excesivo número de reivindicaciones independientes que están de forma aparente reclamando diferentes tipos de motor, pero a la lectura de estas, se trata del mismo

objeto, lo cual estas deberían ir como dependientes. En consecuencia, todas ellas son confusas y presentan el mismo alcance, por lo cual el capítulo carece de concisión.

Con respecto esta objeción, se confirma que la misma ha sido subsanada con la modificación al capítulo reivindicatorio que ahora presenta una sola reivindicación independiente.

Adicionalmente, se consolida un único conjunto de reivindicaciones con una independiente y dependientes que precisan materiales, arquitectura de intercambio térmico y lazos de control.

1.2. Descripción

A continuación, se presentan los argumentos en respuesta a cada una de las objeciones del Examinador:

Revisado el capítulo descriptivo de la solicitud, este no divulga la invención de manera suficientemente clara y completa, para que una persona versada en la materia pueda ejecutarla, Esto se debe a que la descripción menciona elementos estructurales y conceptuales que no cuentan con un sustento sólido para su consideración. Inicialmente, la descripción habla de motores de 2 tiempos de 50 cc que pueden sustituir los motores de combustión interna; no obstante, en la descripción la realización de este invento no enfatiza de forma concreta cual es la ventaja técnica o la relación concreta del uso de un motor de 2 tiempos para la obtención del resultado deseado. Del mismo modo, el documento señala de forma preferida, un motor con un parámetro de revoluciones específico, este es, 3000 rpm, el cual no queda claro si este es esencial para el funcionamiento de la invención o bien se trata de una preferencia particular, y que no demuestra de forma convincente cómo soluciona el problema técnico.

En respuesta a este punto, se aporta la descripción completa, que incluye resumen, descripción y reivindicaciones, para mejor referencia.

En lo que refiere a las especificaciones mencionadas en la descripción de motores de 2 tiempos/50 cc y 3000 rpm, se aclara que son ejemplos preferidos y no requisitos esenciales. La esencia radica en el ciclo cerrado y el intercambio térmico interno.

Asimismo, el documento menciona que la pérdida de energía del motor de 2 tiempos es del 20%, tal como se indica en el párrafo 0010 al afirmar: “Suponiendo que un motor de 2T pierda un 20% de energía por la fricción interna del motor”. Esto constituye un supuesto arbitrario y reiterativo sin explicar el cómo interactúa este con el resto de las componentes del invento, además que, de acuerdo con lo informado, este es un dato extraído de forma teórica sin conocer el trasfondo o como ayuda este a solucionar el problema técnico.

Finalmente, el documento menciona que se considera un sistema isotérmico y adiabático debido al uso de aislantes térmicos de carbón y carbón pirolítico, los cuales tendrían un coeficiente de conductividad térmica de 0.18 W/K.m. Sin embargo, al evaluar el diagrama P-v para el N₂, se evidencia un aumento de volumen y de temperatura en el sistema, lo cual no es congruente si se considera que el sistema es isotérmico. Adicionalmente, en comparación con el similar técnico, el ciclo Otto, el proceso debería ser un proceso isocórico en la sección A@B. Es de tener en cuenta que, en los procesos de potencia de los motores de dos tiempos, el volumen es constante en los procesos de compresión y

expansión, lo cual difiere de lo evidenciado en la grafica provista en la figura 5, donde no se observa la relación necesaria para obtener el resultado deseado.

Al respecto, se aclara que el sistema no pretende ser simultáneamente isotérmico y adiabático. Es un ciclo real cerrado con aislamiento hacia el ambiente y transferencia interna: el N₂ comprimido cede calor en la coraza (apoyada por resistencia cuando sea necesario), y ese calor asiste la evaporación del N₂ líquido inyectado a la cámara. Con esto se alinean la descripción y los diagramas, y se evita la aparente contradicción señalada por el Examinador al comparar con un simil Otto idealizado.

1.3. Dibujos

A continuación, se presentan los argumentos en respuesta a cada una de las objeciones del Examinador:

El dibujo 1 muestra la característica técnica de un cilindro de almacenamiento relacionado con el número 1, pero dicho número corresponde también a la característica técnica de una entrada de N2 líquido a la válvula solenoide, esto se ha evidenciado en las figuras 2 a 4 en los que se reutilizan los números de referencia para llamar de diferentes formas otros componentes de la invención, se solicita que se dé una continuidad adecuada tanto en la descripción como en los dibujos de los números de referencia de los elementos de la invención para evitar confusiones sobre los componentes. Se sugiere ajustar la correspondencia de los elementos de los dibujos con los números de referencia, si es el caso reenumerarlos para evitar repeticiones y ajustarlos en la descripción.

En respuesta, se confirma que se ha tomado nota de las inconsistencias y en correspondencia se aportan los dibujos:

- (i) Reenumerados para que cada número identifique un único componente en todas las figuras;
- (ii) Leyendas ajustadas y texto de la descripción para reflejar la nueva correspondencia;

2. Examen de Patentabilidad

2.1. Aplicación industrial

El Examinador manifiesta que *"las formulaciones descritas indican que el elemento a reivindicar se basa en procesos iterativos con parámetros de control simulados, lo cual conlleva a que la invención aún no se encuentra en una fase de prototipo y de experimentación que pueda soportar los datos suministrados por el solicitante de forma física, Por lo tanto, la invención no es susceptible de aplicación industrial de acuerdo con el artículo citado, se sugiere que todo argumento que se sirva para esclarecer los argumentos presentados deben de ser sustentados en la descripción en aras de evitar ampliación de materia con respecto a la información ofrecida en el capítulo descriptivo."*

a) “Violación” de 1ª/2ª ley; Carnot = 0 por $T_{fría} = T_{caliente} = 0\text{ °C}$; isotérmico/adiabático.

Sobre el particular, se aclara que el ciclo no es “isotérmico y adiabático” a la vez. Existe gradiente térmico efectivo debido a (i) el calor que el N_2 comprimido cede en la coraza (por compresión + enfriamiento) cuando se comprime un gas no existe enfriamiento, se presenta calentamiento y (ii) el aporte eléctrico controlado de la resistencia cuando se requiere cerrar balance. Por tanto, no es correcto modelar el sistema como $\Delta T = 0$, ni concluir $\eta_{Carnot} = 0$. La arquitectura prevé explícitamente la fuente de calor (recuperación + resistencia) y el sumidero interno (carcasa/pistón y retorno/recondensación), encadenados en ciclo cerrado. El pistón no es adiabático, el conjunto (coraza+pistón si es adiabático, con respecto a los alrededores, esto significa que se trata de que no haya flujo de calor del sistema hacia el entorno externo), el pistón funciona por expansión del N_2

b) Fricción, cambios de estado y “proceso isocórico” (símil Otto) en A→B.

En lo que refiere a este punto, se aclara que el ciclo presenta irreversibilidades (fricción, pérdidas) y que el volumen del fluido puede variar en la cadena evaporación–expansión–compresión–recondensación, distinto al ideal isocórico de un símil Otto. La nueva redacción elimina la lectura ambigua y explica la transferencia interna de calor y su función en la siguiente evaporación.

c) Eficiencia calculada (62,7 %) y entropía “no aumenta”.

Las tasas de eficiencia se retiran del capítulo reivindicatorio (evitando “resultado a alcanzar”) y, si se citan en la descripción, se marcan como estimaciones ejemplares, dependientes de pérdidas reales. Asimismo, se corrige la redacción sobre entropía: en un ciclo real aumenta (irreversibilidades); por ello, el diseño incorpora canales paralelos (pérdidas de carga reducidas), aislamiento de la cámara (privilegiar intercambio interno) y control electrónico (inyector/compresor/resistencia) para mantener una consigna de temperatura operacional. Ello viabiliza la producción/uso industrial con componentes estándar (solenoides, compresor 12 V, termostato).

d) Etapa de desarrollo (“simulado”, sin prototipo).

Por último, se resalta que para cumplir con el requisito de aplicación industrial según lo establecido en el Artículo 19, basta que el objeto pueda ser producido o utilizado en cualquier industria; no se exige un prototipo en fase de ensayos siempre que la memoria brinde la mejor manera y el experto pueda reproducir el sistema, lo cual queda satisfecho con los ajustes realizados y el capítulo ahora propuesto.

Conclusión

Tomando en consideración lo previamente expuesta, **respetuosamente se solicita** estudiar el capítulo reivindicatorio modificado, así como la descripción ajustada que no amplía materia y en consecuencia, reconocer que la invención es susceptible de aplicación industrial y continuar el trámite.

Atentamente,



Stephany Rojas García

Fundadora & Líder de innovación

Anexos: Descripción, reivindicaciones y dibujos modificados
Comprobante de pago por modificaciones voluntarias

MOTOR QUE UTILIZA LOS CAMBIOS DE FASE LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO DEL NITRÓGENO PARA PRODUCIR TRABAJO MECANICO

CAMPO DE LA INVENCION

[001] La presente invención de acuerdo a la OMPI se clasifica en la sección B de Técnicas industriales diversas; transportes (B01), "carcasa de filtro" designa el recinto estanco que canaliza el fluido, abierto o cerrado, y que contiene, o tiene previsto contener, uno o varios elementos o medios filtrantes"; el MOTOR QUE UTILIZA LOS CAMBIOS DE FASE LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO DEL NITRÓGENO PARA PRODUCIR TRABAJO MECANICO incluye una coraza intercambiadora de calor aislada térmicamente que cubre la carcasa del pistón para: absorber el calor del nitrógeno gaseoso utilizando carbón activado en polvo como filtro y completar la energía para realizar el ciclo termodinámico con una capa interna de carbón pirolítico que funciona como resistencia produciendo calor; este calor es transferido al pistón por la carcasa de aluminio y para completar la energía necesaria para realizar el trabajo, dentro de la coraza hay una capa interna de carbón pirolítico como resistencia, la carcasa de aluminio del pistón transfiere el calor a la camisa del pistón para ser utilizado en el proceso termodinámico por medio del cual produce el trabajo mecánico.

RESUMEN DE LA INVENCION

[002] La invención está dirigida al desarrollo de un motor y un nuevo proceso para producir trabajo mecánico que aplica la primera ley de la termodinámica a través de los cambios de fase LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO del nitrógeno, el sistema cuenta con un cilindro de Nitrógeno (N_2) a una presión de 1500 PSI para garantizar que N_2 esté en equilibrio Líquido=Gas de donde se inyecta el N_2 líquido al pistón, para este motor se utiliza como modelo base un motor de 2 tiempos (2T) convencional de 50 cc, al cual por la parte superior se le inyecta una alícuota de 1 mL de Nitrógeno en estado líquido al volumen muerto del pistón de 4,2 mL, esta alícuota por absorción de calor pasa de estado líquido a gaseoso, el N_2 por aumento de temperatura se expande hasta 50 cc, sale por el escape del motor y por diferencias de presión es conducido hasta un compresor de nevera el cual eleva la presión obligándolo al N_2 gaseoso a pasar por la coraza que rodea el bloque de aluminio y que tiene como material absorbente de calor carbón activado en polvo, una vez atraviesa la coraza el N_2 pasa a estado supercrítico y es conducido por una tubería capilar de 1 mm de diámetro hasta la parte inferior del

cilindro de partida, por diferencia de presión entra al cilindro donde se encuentra el N₂ Líquido, el cual es disuelto y regresa a su estado líquido inicial, la coraza en la parte interna cuenta con una capa de carbón pirolítico el cual funciona como resistencia proporcionando el calor adicional que requiere el sistema para mantener la temperatura entre los valores de -1 °C y +1 °C, el compresor y la resistencia son activados por un termostato adaptado en el sitio donde funciona convencionalmente el carburador del motor de 2T para mantener la temperatura en este rango.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[003] El N₂ es un compuesto químico que presenta características especiales que lo hacen adecuado para aplicaciones industriales (propiedades: P_{eb}= -195,80°C, densidad en estado líquido=0,0807g/mL, C_{crítica}= -146,95°C), es el gas más abundante de la atmósfera, no es tóxico, entre otras características, dentro de sus características se observa que el punto crítico es superior al punto de ebullición sin embargo, en estado supercrítico sus características son muy similares al estado líquido y poco similares al gaseoso, presenta un factor de compresión de 0,710 a 100 atm y -100°C el cual lo hace adecuado para realizar trabajo mecánico por expansión en un cilindro.

[004] Por las razones antes mencionadas se han desarrollado tecnologías para aprovechar las propiedades fisicoquímicas del N₂ para fines energéticos. DE REYES EDWARD MARK [US], CODIGO US2010077753A1 FECHA: 2010-04-01, describe un motor que deriva su energía propulsora de la expansión instantánea de nitrógeno líquido desde una forma líquida a una forma gaseosa. El nitrógeno gaseoso es forzado a escapar por la parte trasera de una carcasa del motor, proporcionando así una fuerza propulsora a la carcasa. El nitrógeno gaseoso que escapa, mezclado con aire, se aprovecha para hacer girar un primer ventilador que, a su vez, hace girar un segundo ventilador que aspira aire hacia la parte delantera del motor. El aire más caliente que fluye a través del motor se utiliza para regular la temperatura del motor y para facilitar la evaporación del propulsor de nitrógeno, creando así una condición de estado estable que puede durar tanto como el suministro de nitrógeno líquido, cabe resaltar que este motor es un sistema abierto que consume el N₂.

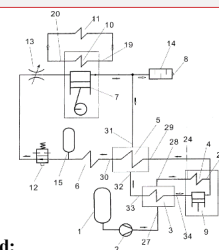
[005] JIN XUESONG WANG YONGMING, CODIGO CN105626152 FECHA: 12.03.2016 desarrolló un motor de arranque de nitrógeno a alta presión. El motor de arranque con nitrógeno a alta presión consta de un cigüeñal y una parte del cuerpo de la carcasa, y el cigüeñal está provisto de una manivela. Un eje excéntrico está dispuesto en la manivela. El motor de arranque con

nitrógeno a alta presión consta además de una biela y un pistón. La parte del cuerpo del proyectil está provista de un cuerpo de pieza de cañón de columna y un cuerpo de parte inicial. El cuerpo de la parte del cañón de la columna está provisto de una salida de aire. El cigüeñal está dispuesto en el cuerpo de la parte inicial. Un extremo de la biela está conectado de forma móvil con el pistón. El motor de arranque de nitrógeno de alta presión tiene los efectos beneficiosos de que se utiliza una cuerda de tracción para impulsar el cigüeñal para que gire previamente y, por lo tanto, se arranca el motor de arranque con nitrógeno de alta presión pre-rotation; la energía interna del nitrógeno a alta presión se convierte en energía mecánica para la rotación del cigüeñal; Se logra una rotación continua de la manivela y se impulsa una máquina para que funcione a través de la rotación continua de la manivela, si bien es cierto que es un motor que arranque el sistema es abierto y ha sido desarrollado para que funcione en una fracción de tiempo.

[006] YU HUAMING, LI HANGREN, SUN BOYANG, WANG HAN, SUN WEI, LIN FANGFEI, CODIGO CN204371486, FECHA:03.06.2015, desarrollaron MOTOR DE NITRÓGENO AJUSTABLE EN POTENCIA, El modelo de utilidad se refiere a un motor de nitrógeno de potencia ajustable. De acuerdo con la estructura del motor de nitrógeno ajustable en potencia, se forma una cavidad en una carcasa, la cavidad forma una cámara de descompresión, un tubo de entrada de líquido y un tubo de escape están dispuestos en la parte superior de la carcasa y comunicados con la cámara de descompresión, la cámara de descompresión está provista internamente de un componente calefactor y un pistón, y el pistón está conectado con un volante de péndulo centrífugo a través de una biela. Por medio del motor de nitrógeno ajustable en potencia, se puede reducir la cantidad de uso de los recursos petrolíferos tradicionales, la nueva fuente de energía de nitrógeno se puede utilizar por completo y la eficiencia es alta, en este caso en un motor a combustión, es un sistema abierto (el N_2 se consume).

[007] Xiao Bo, CODIGO CN103527274 FECHA: 22.01.2014, desarrolló un SISTEMA DE MOTOR DE AIRE LÍQUIDO (NITRÓGENO LÍQUIDO) DE ENERGÍA

El sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría. El sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría puede hacer un trabajo útil utilizando la energía fría producida cuando el aire líquido (nitrógeno líquido) se gasifica y está en un ciclo de Rankine. El sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) comprende un tanque de aire líquido, una bomba de líquido criogénico, un intercambiador de calor, un compresor isotérmico, un motor



Deleted:

neumático isotérmico (máquina de expansión) y similares, el fluido de trabajo del ciclo adopta aire líquido o nitrógeno líquido, y el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) forma el ciclo de Rankine utilizando aire líquido y hace un trabajo útil al utilizar la energía fría producida por el aire líquido. En el sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría, la energía disponible del aire líquido (nitrógeno líquido) se utiliza al máximo y, por lo tanto, los propósitos de alta eficiencia y conservación de energía. En el sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría, solo se usa un tipo de fluido de trabajo, a saber, aire, el mismo motor neumático genera potencia y, por lo tanto, el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) es simple, se evitan los problemas de fugas, explosiones y contaminación del fluido de trabajo, y el aire líquido está libre del fenómeno de escarcha en el proceso de gasificación. Cuando se utiliza para vehículos de tráfico urbano, el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) logra la función de un acondicionador de aire de refrigeración, purifica el aire de la ciudad, reduce el fenómeno de la neblina y alivia el efecto de isla de calor urbano, aunque este sistema utiliza el fenómeno de expansión para generar trabajo, aplica el proceso de condensación del gas sin retornar al cilindro de partida, el intercambiador de calor es externo al pistón que genera el trabajo, lo cual hace disminuir la eficiencia del sistema, la cantidad de energía que consume el compresor es elevada porque no se utilizan materiales absorbentes de calor para mejorar las condiciones de condensación, el sistema incluye muchas partes disminuyendo la eficiencia energética por procesos de rozamiento interno de las piezas.

[008] YAN ZHENG y YAN JIMING, FECHA: 09.10.2018 desarrollaron un MOTOR DE NITRÓGENO LÍQUIDO DE DOBLE ACCIONAMIENTO, revelaron un motor de nitrógeno líquido de doble accionamiento. El motor de nitrógeno líquido de doble accionamiento está compuesto por un sistema de nitrógeno líquido refrigerante y un sistema de motor tourbillon de doble accionamiento, de acuerdo con el sistema de nitrógeno líquido refrigerante, a través de un extractor de separación de aire, el nitrógeno se extrae del aire, el nitrógeno se almacena en un tanque de almacenamiento de nitrógeno, el nitrógeno pasa a través de un generador de enfriamiento de alta presión, bajo el ambiente con una presión de 1 Mpa o superior y una temperatura de -196 °C o inferior, el nitrógeno forma nitrógeno líquido, además, el nitrógeno líquido se almacena en un tanque de almacenamiento de nitrógeno líquido, cuando el nitrógeno líquido se somete a un proceso de liberación de gasificación a alta temperatura, es decir, bajo la condición de que la temperatura aumente a +21 °C por encima de -196 °C y la presión sea de 10-20 Mpa, se genera energía cinética de gasificación de nitrógeno de

expansión de gran volumen, un primer dispositivo de accionamiento del expansor de pistón y un segundo dispositivo de accionamiento de la cámara de conducción tipo jaula de ratón en forma de G del sistema de motor de tourbillon de doble accionamiento se accionan al mismo tiempo, y además, con la aceleración de la inercia del rotor exterior del tourbillon, la fuerza resultante de la interacción genera energía cinética mecánica de enlace de alta eficiencia, este sistema es fundamentalmente para producir N₂ líquido, lo cual requiere grandes cantidades de energía.

[009] JACKSON NEVILLE STUART [GB]; ATKINS ANDREW FARQUHAR [GB] FECHA: May 3 2012, propusieron un motor de ciclo de pistón alternativo dividido, este motor de pistón alternativo de ciclo dividido incluye un cilindro de compresión que aloja un pistón de compresión y un cilindro de expansión que aloja un pistón de expansión. El cilindro de compresión tiene un puerto de entrada para la admisión de aire y un puerto de salida que se comunica con un primer camino de un intercambiador de calor. El cilindro de expansión tiene un puerto de entrada, que se comunica con la primera ruta del intercambiador de calor, y un puerto de salida, que se comunica con una segunda ruta del intercambiador de calor en relación de intercambio de calor con la primera ruta. El método de funcionamiento del motor incluye la inyección de un gas licuado, no oxidante e incombustible, como el nitrógeno, en el cilindro de compresión, este sistema es un sistema abierto el cual consume N₂.

[010] SHAABAN KHALED M [US]; NGUYEN DINH [US], CODIGO US2017276054A1, FECHA: 2017-SEP-17 revelan un sistema para VAPORIZAR NITRÓGENO, Aparatos y métodos para vaporizar nitrógeno líquido a presión, temperatura y volumen suficientes para permitir que una sola bomba móvil satisfaga las necesidades de muchas aplicaciones industriales. El bombeador de nitrógeno de modo dual de la presente invención utiliza una bomba recíproca y calor del refrigerante del motor y la corriente de escape de un motor de combustión interna, así como calor del fluido hidráulico utilizado para cargar el motor, y transfiere ese calor al nitrógeno líquido bombeado a través de un primer intercambiador de calor y se proporciona un segundo intercambiador de calor alimentado internamente para transferir calor al nitrógeno líquido bombeado a través de un segundo intercambiador de calor. Se mantiene la temperatura del fluido hidráulico y se controla la temperatura, la presión y el caudal del nitrógeno vaporizado, equilibrando la carga del motor con la tasa de bombeo de nitrógeno, es un sistema que tiene aplicaciones deferentes a las de movilidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

[011] La figura 1 muestra un esquema general del motor el cual consiste de: Cilindro de almacenamiento (1); por seguridad el cilindro debe resistir presiones superiores a 2500 PSI, salida del N₂ Líquido (2) que consiste en una tubería que atraviesa el cilindro y que dentro del cilindro debe estar por debajo del nivel del nitrógeno en estado líquido que se encuentra en el fondo del cilindro, una Válvula solenoide para N₂ líquido (3) que entra en comunicación con la entrada al pistón (4) y este a la cámara de trabajo del motor (5), quien a su vez es comunica con la salida o escape del motor (6) donde dicha linea de descarga de N₂ cuena con una válvula antirretorno para N₂ gaseoso (7). El Compresor de nevera (8) dispuesto en la línea de descarga para elevar la presión del N₂ gaseoso en ocmunciación con la coraza Intercambiadora de calor (9) aislada térmicamente con los alrededores, con filtro de carbón activado en polvo internamente para absorber el calor del N₂ gaseoso, y una resistencia eléctrica (10) que compensa el calor para producir trabajo mecánico; formada por la capa interna de carbón pirolítico de la coraza una válvula antirretorno (11) seguida de la entrada (12) al cilindro de almacenamiento por la parte inferior.

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

[012] La figura 2 ilustra una vista externa del motor que muestra la Entrada de N₂ líquido (2) a la válvula solenoide (3) que controla la entrada de N₂ líquido al pistón (5). La Entrada a la coraza intercambiadora de calor (13) que cuenta con una resistencia de carbón pirolítico (16), un Termostato sensor de la temperatura (16) y un Sistema electrónico de control (15), así como la Salida del N₂ gaseoso (6).

[013] La figura 3 muestra una vista isométrica de la coraza (13) de paredes externas de acrílico de 20 mm (material aislante del calor presenta un coeficiente de conductividad térmica 0,18 W/Km, material pobre para conducir calor), donde la Entrada a la a la coraza intercambiadora de calor (4) está en uno de los lados y en el lado opuesto la Salida de la coraza (6). El interior de la cámara de trabajo (5) cuenta con una capa interna de carbón pirolítico con guías para rellenar con carbón activado y Bornes (16) para inducir la corriente al carbón pirolítico (en estas caras entre la pared del carbón y la capa de del carbón pirolítico existe una lámina de acero inoxidable de 1mm para que cuando se induzca la electricidad se disperse por todo el carbón), y en el lateral de la carzaza el Sistema de control (15).

[014] La figura 4 presenta el sistema ensamblado donde el cilindro de almacenamiento (1) del N₂ en equilibrio Líquido=Gas cuenta con un Manómetro (18) para medir la presión interna del cilindro, una Válvula de purga y tapón (17) para cargar el N₂ líquido, y entra en comunicación con la cámara de trabajo o carcasa de pistón (5) a través del tubo salida (2) del N₂ líquido el cual está provisto de una Válvula solenoide (3) en la entrada (4) de N₂ líquido al pistón, 6. Coraza

Formatted: Subscript

intercambiadora de calor, 7. Salida o escape del pistón con válvula antirretorno, 8. Compresor de nevera, 9. Entrada coraza intercambiadora de calor, 10. Salida coraza intercambiadora de calor, 11 Válvula antirretorno, 12. Entrada al cilindro de almacenamiento del N₂ supercrítico.

Formatted: Subscript

En el dibujo con las flechas se representa la forma como fluye el N₂ en todo el sistema

Formatted: Subscript

[015] La figura 5 representa el ciclo termodinámico mediante el cual funciona el motor: A. proceso de evaporación el cual se realiza en el volumen muerto del pistón, B. proceso de expansión del N₂ gaseoso de 4,2 mL a 50 mL, C. compresión isotérmica y transferencia del calor absorbido por el relleno del filtro (carbón activado), D. disolución de N₂ supercrítico a N₂ líquido dentro del cilindro de almacenamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

[016] La presente invención se encuentra dirigida al desarrollo de un sistema representado por un motor que utiliza como proceso los cambios de estado del N₂ para generar trabajo mecánico, la **Figura 1** representa un esquema general del sistema 1. Es un cilindro de almacenamiento de N₂ (en equilibrio líquido=gas) a 1500 PSI de presión interna, 2. Salida: tubo de acero que atraviesa el cilindro hasta 1/4 del fondo para garantizar que el extremo inferior esté por debajo del nivel del N₂ líquido que se encuentra en el fondo del cilindro, este cilindro se encuentra a una presión de 1500 PSI (N₂ en equilibrio Líquido=Gas), el N₂ Líquido sale por la tubería por diferencia de presión entre el pistón y el cilindro, el cual es conducido a 3. Válvula solenoide inyectora del N₂ líquido; como se propone acondicionar un pistón de 2 T convencional es la misma ubicación de la bujía en el motor original, en el volumen muerto del pistón (4,2 mL) se evapora y se expande el N₂ hasta 50 mL, el N₂ sale por (6) escape del pistón en donde está instalada una válvula antirretorno (7): garantizando que el flujo del N₂ tenga el sentido deseado, el N₂ gaseoso llega al Compresor de Nevera (8) con convertidor para funcionar a 12 V, el cual impulsa el N₂ para que entre a la coraza intercambiadora de calor (9) con filtro de carbón activado (absorbe el calor del N₂ gaseoso y lo transfiere al pistón), el N₂ supercrítico sale de la coraza intercambiadora de calor por la tubería capilar de 1 mm; esta tubería une la coraza con la entrada por la parte inferior al cilindro de almacenamiento, por el principio de Pascal se incrementa la presión a la entrada del cilindro incrementando atravesando la válvula antirretorno (11) que evita que cuando el compresor este apagado se devuelva el N₂ líquido hacia la coraza.

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

[017] La figura 4 muestra de una manera detalla el ensamble del motor el cual comprende: 3. El cilindro de almacenamiento con manómetro (1) para controlar la cantidad de N_2 líquido que se debe agregar al cilindro para obtener una presión de 1500 PSI y el nivel de la fase líquida pueda estar a la altura deseada, 4. Tubería de salida del N_2 líquido que lo conduce hacia el pistón, 5. Válvula solenoide que controla la inyección del N_2 líquido al pistón (esta válvula de garantizar que en cada ciclo la inyección sea de 1 mL), el N_2 líquido es inyectado en el volumen muerto del pistón ubicado dentro de la carcasa que a su vez está cubierta por la coraza intercambiadora de calor (6), dentro del pistón ocurren los procesos de evaporación Figura 5 (A) y Expansión Figura 5 (B), entra al compresor Figura 4 (8), se realiza el proceso de compresión isotérmico Figura 5 (C) y finalmente ingresa al cilindro de almacenamiento Figura 4 (3) como supercrítico y se disuelve dentro de este cilindro volviendo a su estado líquido Figura 5 (D), el Sistema de control electrónico Figura 2 (5) controla: sensor de temperatura (termostato), encendiendo el compresor, calentamiento y conectando corriente a la resistencia de la coraza (formada por la capa interna de carbón pirolítico de la coraza) y válvula solenoide que inyecta el N_2 líquido al pistón, cuando la temperatura del pistón llega a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ el sistema de control enciende el compresor y conecta la resistencia.

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

[018] Para el motor de 2T de 50 c.c. el cual se explica por medio de la figura 4, este motor se puede escalar para sustituir los motores de combustión interna que actualmente son comercializados, en la figuras 4 el proceso revelado aquí consiste en un proceso cíclico, en un sistema aislado termodinámicamente el cual consiste en: del cilindro de almacenamiento sale por diferencia de presión 1 mL de N_2 líquido por la tubería de la salida figura 4 (4) (presión interna del cilindro 1500 PSI y presión de la cabeza del pistón es aproximadamente 14 PSI, presión atmosférica), El N_2 líquido es inyectado por medio de la válvula solenoide figura 4 (5) en la cabeza el pistón (volumen muerto 4.2 mL) que se encuentra a una temperatura promedio de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, en este espacio inicialmente el N_2 pasa de estado Líquido a Gas, el calor que permite mantener estas condiciones es transferido por la coraza Figura 4 (6) que rodea la carcasa del pistón, la cantidad de calor requerido para esta **primera etapa representada en la Figura 5 como A**, siendo equivalente a: calor de vaporización del N_2 , el cual se calcula de acuerdo a las propiedades del N_2 .

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Densidad del N_2 líquido=0,807 g/mL

Calor de vaporización molar del N_2 = ΔH_v =5585,6 julios/mol

Número de moles del N_2 = $((0,807\text{ g/mL}) \times (1\text{ mL}) / 28\text{ g/mol}) = 0,029\text{ moles}$

Calor de vaporización para 0,029 moles= 161 julios

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

[019] En la Figura 5 se observa la **segunda etapa B** el N_2 gas se expande de 4,2 mL hasta 50 mL, esta etapa sigue la primera ley de la termodinámica:

Formatted: Subscript

$$\Delta U = Q + W$$

Donde $\Delta U = 0$ y $Q = W$

$$W_{\text{mecánico}} = P_{\text{ext}} \Delta V$$

P_{ext} = presión final dentro del pistón después de la expansión

Condiciones:

Volumen = 80 mL (volumen final del pistón $V_1 = 50$ mL + volumen de las tuberías hasta la entrada al cilindro y volumen del pistón $V_2 = 30$ mL)

$T^\circ = 0^\circ\text{C}$

$P_{\text{ext}} = (0,029 \text{ moles } (0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}) \cdot 273 \text{ K}) / 0,08 \text{ L} = 8,1 \text{ atm}$

$$W_{\text{mecánico}} = 8,1 \text{ atm} (0,05 \text{ L} - 0,0042 \text{ L}) = 0,3710 \text{ atm}\cdot\text{L} = 37,6 \text{ julios}$$

$$Q_{\text{termodinámico}} = 37,6 \text{ julios} + 161,0 \text{ julios} = 198,6 \text{ julios}$$

[020] Cabe resaltar: 1. Para reducir los volúmenes muertos: se debe disminuir al máximo la longitud y diámetro de las tuberías, el carbón activado en polvo debe quedar bien empaquetado, $Q_{\text{termodinámico}}$ es la cantidad mínima de energía que requiere para realizar la primera Figura 5 (A) y segunda etapa Figura 5 (B) termodinámica. Suponiendo que un motor de 2T pierda un 20% de energía por la fricción interna del motor entonces:

$$Q_{\text{total}} - 20Q_{\text{total}}/100 = 198,6 \text{ julios}$$

$$0,8 Q_{\text{total}} = 198,6 \text{ julios}$$

$$Q_{\text{total}} = 198,6 \text{ julios} / 0,8 = 248,3 \text{ julios}$$

[021] Esta es la energía en forma de calor que debe ser inyectada al pistón para realizar el trabajo mecánico.

[022] De acuerdo a **figura 4** una vez el N_2 gaseoso sale por el escape del pistón Figura 4 (7) es impulsado por un compresor de nevera (8) con un consumo de 500 watos con convertidor a 12 V para obtener la energía de paneles solares.

[023] En la **figura 5** una vez es impulsado por el compresor se lleva a cabo la **Tercera Etapa C** compresión isotérmica (cabe resaltar que todo el sistema incluyendo las tuberías deben estar aisladas térmicamente) y obligado a entrar a la coraza intercambiadora, su diseño divisor de flujo permite que el N_2 fluya por 10 caminos diferentes por secciones tipo columna, lo cual permite disminuir la resistencia que puede generar el filtro al paso del N_2 y la presión efectiva a la entrada del cilindro (con esta etapa el N_2 pasa de Gas/Supercrítico), en el filtro de carbón activado las moléculas del N_2 se enfocan y desprenden calor el cual es transferido por la carcasa de aluminio hacia el pistón, este calor es equivalente a:

$$Q_{\text{compresión}} = nRT \ln(V_2/V_1)$$

V_2 = volumen de las conexiones entre el compresor y la coraza = 3 mL

V_1 = volumen de las conexiones entre el final de la expansión y el compresor = 77 mL

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

$$Q_{\text{compresión}} = 0,029 \text{ moles } (0,082 \text{ atm.L/mol.K}) 273 \text{ K } \ln(0,003\text{L}/0,077\text{L})$$

$$Q_{\text{compresión}} = 2,1 \text{ atm.L} = 213,4 \text{ julios}$$

[024] Es importante hacer notar que el volumen muerto entre el compresor Figura 4 (8) y la entrada a la coraza Figura 4 (9) debe ser 3 mL máximo esto significa que debe estar conectado directamente el compresor a la coraza.

[025] Sabiendo que: $Q_{\text{total}} = 248,3 \text{ julios}$, energía necesaria para que el pistón realice el trabajo, por el proceso de compresión se transfieren $Q_{\text{compresión}} = 213,4 \text{ julios}$, el balance nos indica:

$$Q_{\text{compresión}} - Q_{\text{total}} = 213,4 \text{ julios} - 248,3 \text{ julios} = -34,9 \text{ julios}$$

[026] Indica que para completar energéticamente el proceso se requieren 34,9 julios los cuales serán obtenidos por medio de la resistencia formada por la capa interna de la coraza de carbón pirolítico **Figura 1 (10)**.

[027] Finalmente, el N_2 supercrítico es conducido por el capilar hacia la entrada del cilindro figura 4 (12) donde ocurre la **Etapa D** (N_2 supercrítico se disuelve en Líquido, por su afinidad)

Formatted: Subscript

[028] El funcionamiento indica que el sensor de temperatura Figura 2 (5) que está conectado al sistema de control funcionara entre -1°C y 1°C , cuando llegue a -1°C se abre el paso de corriente al compresor y a la resistencia pirolítica y cuando llegue a 1°C se corta el paso de corriente a estos dos dispositivos.

Especificaciones técnicas del motor

Eficiencia

[029] Teniendo en cuenta los cálculos anteriores podemos indicar:

$$W_{\text{mecánico}} = 37,6 \text{ julios trabajo efectivo}$$

[030] La energía es obtenida a partir de un panel de 500 watios que funciona a 12 V.

$$\text{Entrada de energía} = 500 \text{ watios} / 12\text{V} = 41,7 \text{ julios}$$

$$\text{Eficiencia del pistón} = (37,4 \text{ julios} / 41,7) \cdot 100 = 89.8\%$$

Potencia a 3000 rpm

$$W_{\text{mecánico}} = 37,6 \text{ julios por ciclo}$$

$$\text{Potencia (P)} = 37,6 \text{ joulios} \cdot 3000 \text{ rpm} / 60 = 1880 \text{ watios} = 2,5 \text{ HP}$$

REIVINDICACIONES

Un motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, en donde dicho sistema de acuerdo a la **Figura 1** comprende: 1. Cilindro de almacenamiento del N₂ en equilibrio Líquido=Gas, 2. tubo salida del N₂ líquido, 3. Válvula solenoide y entrada de N₂ líquido al pistón, 9. Coraza intercambiadora de calor, 6. Salida o escape del pistón con válvula antirretorno, 8. Compresor de nevera, 9. intercambiadora de calor, 12. Entrada cilindro de almacenamiento del N₂.

1. En el motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, el N₂ realiza todos los cambios de estado de fase termodinámicos posibles (liquido/gas/supercrítico/liquido).
2. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, es un sistema cerrado y aislado térmicamente que aplica un proceso cíclico donde el N₂ es recirculado, el calor que se produce en la etapa de compresión se utiliza en las etapas de evaporación y expansión por medio de una coraza intercambiadora de calor que al utilizar un material absorbente de calor reduce las condiciones para cambiar de estado Gas/Líquido.
3. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, es altamente eficiente de acuerdo a la termodinámica clásica su eficiencia puede llegar a valores del 89,8%, lo cual es muy competitivo para sustituir los motores convencionales de combustión.
4. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, no produce ningún tipo de residuo que pueda afectar la salud o el medio ambiente.
5. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, aplica materiales disponibles y económicos, su implementación aprovecha la tecnología de los motores de 2T, lo cual lo hace altamente viable para su comercialización.
6. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, es un sistema bastante sencillo, requiere pocas partes haciendo disminuir los costos de producción
7. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, no requiere ningún tipo de combustible, la energía que se requiere para su funcionamiento se puede obtener con paneles solares
8. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, presenta un menor desgaste interno

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

de las piezas por que funciona isotérmicamente a temperaturas bajas entre -1 °C y 1 °C

9. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, mejora la potencia y autonomía de los carros que funcionan con energías alternativas, este motor como se ha planteado desarrolla 2,5 HP a 3000 rpm y puede funcionar con un panel solar, lo que implicaría la posibilidad de utilizar baterías para funcionar las 24 horas, sin necesidad de recargar
10. El motor que utiliza los cambios de fase liquido/gas/supercrítico/liquido del nitrógeno para producir trabajo mecánico, por utilizar la tecnología de los motores que actualmente funcionan puede montarse a los vehículos actuales sin tener que desarrollar tecnologías adicionales.

RESUMEN DE LA INVENCION

[031] La invención está dirigida al desarrollo de un motor y un nuevo proceso para producir trabajo mecánico que aplica la primera ley de la termodinámica a través de los cambios de fase LIQUIDO/GAS/SUPERCritico/LIQUIDO del nitrógeno, el sistema cuenta con un cilindro de Nitrógeno (N_2) a una presión entre 1500 PSI para garantizar que N_2 esté en equilibrio Líquido=Gas de donde se inyecta el N_2 líquido al pistón, para este motor se utiliza como modelo base un motor de 2 tiempos (2T) convencional de 50 cc, al cual por la parte superior se le inyecta una alícuota de 1 mL de Nitrógeno en estado líquido al volumen muerto del pistón de 4,2 mL, esta alícuota por absorción de calor pasa de estado líquido a gaseoso, el N_2 por aumento de temperatura se expande hasta 50 cc, sale por el escape del motor y por diferencias de presión es conducido hasta un compresor de nevera el cual eleva la presión obligándolo a pasar por la coraza que rodea el bloque de aluminio y que tiene como material absorbente de calor carbón activado en polvo, una vez atraviesa la coraza el N_2 pasa a estado supercrítico y es conducido por una tubería de 1 mm de diámetro hasta la parte inferior del cilindro de partida, por diferencia de presión entra al cilindro donde se encuentra el N_2 Líquido, el cual es disuelto y regresa a su estado líquido inicial, la coraza en la parte interna cuenta con una capa de carbón pirolítico el cual funciona como resistencia proporcionando el calor adicional que requiere el sistema para mantener la temperatura entre los valores de -1 °C y +1 °C, el compresor y la resistencia son activados por un termostato adaptado en el sitio donde funciona convencionalmente el carburador del motor de 2T para mantener la temperatura en este rango.

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Deleted: ¶

... [1]



MOTOR QUE UTILIZA LOS CAMBIOS DE FASE LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO DEL NITRÓGENO PARA PRODUCIR TRABAJO MECANICO

CAMPO DE LA INVENCION

[001] La presente invención de acuerdo a la OMPI se clasifica en la sección B de Técnicas industriales diversas; transportes (B01), "carcasa de filtro" designa el recinto estanco que canaliza el fluido, abierto o cerrado, y que contiene, o tiene previsto contener, uno o varios elementos o medios filtrantes"; el MOTOR QUE UTILIZA LOS CAMBIOS DE FASE LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO DEL NITRÓGENO PARA PRODUCIR TRABAJO MECANICO incluye una coraza intercambiadora de calor aislada térmicamente que cubre la carcasa del pistón para: absorber el calor del nitrógeno gaseoso utilizando carbón activado en polvo como filtro y completar la energía para realizar el ciclo termodinámico con una capa interna de carbón pirolítico que funciona como resistencia produciendo calor; este calor es transferido al pistón por la carcasa de aluminio y para completar la energía necesaria para realizar el trabajo, dentro de la coraza hay una capa interna de carbón pirolítico como resistencia, la carcasa de aluminio del pistón transfiere el calor a la camisa del pistón para ser utilizado en el proceso termodinámico por medio del cual produce el trabajo mecánico.

RESUMEN DE LA INVENCION

[002] La invención está dirigida al desarrollo de un motor y un nuevo proceso para producir trabajo mecánico que aplica la primera ley de la termodinámica a través de los cambios de fase LIQUIDO/GAS/SUPERCRITICO/LIQUIDO del nitrógeno, el sistema cuenta con un cilindro de Nitrógeno (N_2) a una presión de 1500 PSI para garantizar que N_2 esté en equilibrio Líquido=Gas de donde se inyecta el N_2 líquido al pistón, para este motor se utiliza como modelo base un motor de 2 tiempos (2T) convencional de 50 cc, al cual por la parte superior se le inyecta una alícuota de 1 mL de Nitrógeno en estado líquido al volumen muerto del pistón de 4,2 mL, esta alícuota por absorción de calor pasa de estado líquido a gaseoso, el N_2 por aumento de temperatura se expande hasta 50 cc, sale por el escape del motor y por diferencias de presión es conducido hasta un compresor de nevera el cual eleva la presión obligándolo al N_2 gaseoso a pasar por la coraza que rodea el bloque de aluminio y que tiene como material absorbente de calor carbón activado en polvo, una vez atraviesa la coraza el N_2 pasa a estado supercrítico y es conducido por una tubería capilar de 1 mm de diámetro hasta la parte inferior del

cilindro de partida, por diferencia de presión entra al cilindro donde se encuentra el N₂ Líquido, el cual es disuelto y regresa a su estado líquido inicial, la coraza en la parte interna cuenta con una capa de carbón pirolítico el cual funciona como resistencia proporcionando el calor adicional que requiere el sistema para mantener la temperatura entre los valores de -1 °C y +1 °C, el compresor y la resistencia son activados por un termostato adaptado en el sitio donde funciona convencionalmente el carburador del motor de 2T para mantener la temperatura en este rango.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[003] El N₂ es un compuesto químico que presenta características especiales que lo hacen adecuado para aplicaciones industriales (propiedades: P_{eb}= -195,80°C, densidad en estado líquido=0,0807g/mL, C_{crítica}= -146,95°C), es el gas más abundante de la atmósfera, no es tóxico, entre otras características, dentro de sus características se observa que el punto crítico es superior al punto de ebullición sin embargo, en estado supercrítico sus características son muy similares al estado líquido y poco similares al gaseoso, presenta un factor de compresión de 0,710 a 100 atm y -100°C el cual lo hace adecuado para realizar trabajo mecánico por expansión en un cilindro.

[004] Por las razones antes mencionadas se han desarrollado tecnologías para aprovechar las propiedades fisicoquímicas del N₂ para fines energéticos. DE REYES EDWARD MARK [US], CODIGO US2010077753A1 FECHA: 2010-04-01, describe un motor que deriva su energía propulsora de la expansión instantánea de nitrógeno líquido desde una forma líquida a una forma gaseosa. El nitrógeno gaseoso es forzado a escapar por la parte trasera de una carcasa del motor, proporcionando así una fuerza propulsora a la carcasa. El nitrógeno gaseoso que escapa, mezclado con aire, se aprovecha para hacer girar un primer ventilador que, a su vez, hace girar un segundo ventilador que aspira aire hacia la parte delantera del motor. El aire más caliente que fluye a través del motor se utiliza para regular la temperatura del motor y para facilitar la evaporación del propulsor de nitrógeno, creando así una condición de estado estable que puede durar tanto como el suministro de nitrógeno líquido, cabe resaltar que este motor es un sistema abierto que consume el N₂.

[005] JIN XUESONG WANG YONGMING, CODIGO CN105626152 FECHA: 12.03.2016 desarrolló un motor de arranque de nitrógeno a alta presión. El motor de arranque con nitrógeno a alta presión consta de un cigüeñal y una parte del cuerpo de la carcasa, y el cigüeñal está provisto de una manivela. Un eje excéntrico está dispuesto en la manivela. El motor de arranque con

nitrógeno a alta presión consta además de una biela y un pistón. La parte del cuerpo del proyectil está provista de un cuerpo de pieza de cañón de columna y un cuerpo de parte inicial. El cuerpo de la parte del cañón de la columna está provisto de una salida de aire. El cigüeñal está dispuesto en el cuerpo de la parte inicial. Un extremo de la biela está conectado de forma móvil con el pistón. El motor de arranque de nitrógeno de alta presión tiene los efectos beneficiosos de que se utiliza una cuerda de tracción para impulsar el cigüeñal para que gire previamente y, por lo tanto, se arranca el motor de arranque con nitrógeno de alta presión pre-rotation; la energía interna del nitrógeno a alta presión se convierte en energía mecánica para la rotación del cigüeñal; Se logra una rotación continua de la manivela y se impulsa una máquina para que funcione a través de la rotación continua de la manivela, si bien es cierto que es un motor que arranque el sistema es abierto y ha sido desarrollado para que funcione en una fracción de tiempo.

[006] YU HUAMING, LI HANGREN, SUN BOYANG, WANG HAN, SUN WEI, LIN FANGFEI, CODIGO CN204371486, FECHA:03.06.2015, desarrollaron MOTOR DE NITRÓGENO AJUSTABLE EN POTENCIA, El modelo de utilidad se refiere a un motor de nitrógeno de potencia ajustable. De acuerdo con la estructura del motor de nitrógeno ajustable en potencia, se forma una cavidad en una carcasa, la cavidad forma una cámara de descompresión, un tubo de entrada de líquido y un tubo de escape están dispuestos en la parte superior de la carcasa y comunicados con la cámara de descompresión, la cámara de descompresión está provista internamente de un componente calefactor y un pistón, y el pistón está conectado con un volante de péndulo centrífugo a través de una biela. Por medio del motor de nitrógeno ajustable en potencia, se puede reducir la cantidad de uso de los recursos petrolíferos tradicionales, la nueva fuente de energía de nitrógeno se puede utilizar por completo y la eficiencia es alta, en este caso en un motor a combustión, es un sistema abierto (el N_2 se consume).

[007] Xiao Bo, CODIGO CN103527274 FECHA: 22.01.2014, desarrolló un SISTEMA DE MOTOR DE AIRE LÍQUIDO (NITRÓGENO LÍQUIDO) DE ENERGÍA

El sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría. El sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría puede hacer un trabajo útil utilizando la energía fría producida cuando el aire líquido (nitrógeno líquido) se gasifica y está en un ciclo de Rankine. El sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) comprende un tanque de aire líquido, una bomba de líquido criogénico, un intercambiador de calor, un compresor isotérmico, un motor

neumático isotérmico (máquina de expansión) y similares, el fluido de trabajo del ciclo adopta aire líquido o nitrógeno líquido, y el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) forma el ciclo de Rankine utilizando aire líquido y hace un trabajo útil al utilizar la energía fría producida por el aire líquido. En el sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría, la energía disponible del aire líquido (nitrógeno líquido) se utiliza al máximo y, por lo tanto, los propósitos de alta eficiencia y conservación de energía. En el sistema de motor de aire líquido (nitrógeno líquido) de energía fría, solo se usa un tipo de fluido de trabajo, a saber, aire, el mismo motor neumático genera potencia y, por lo tanto, el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) es simple, se evitan los problemas de fugas, explosiones y contaminación del fluido de trabajo, y el aire líquido está libre del fenómeno de escarcha en el proceso de gasificación. Cuando se utiliza para vehículos de tráfico urbano, el sistema de motor de aire líquido de energía fría (nitrógeno líquido) logra la función de un acondicionador de aire de refrigeración, purifica el aire de la ciudad, reduce el fenómeno de la neblina y alivia el efecto de isla de calor urbano, aunque este sistema utiliza el fenómeno de expansión para generar trabajo, aplica el proceso de condensación del gas sin retornar al cilindro de partida, el intercambiador de calor es externo al pistón que genera el trabajo, lo cual hace disminuir la eficiencia del sistema, la cantidad de energía que consume el compresor es elevada porque no se utilizan materiales absorbentes de calor para mejorar las condiciones de condensación, el sistema incluye muchas partes disminuyendo la eficiencia energética por procesos de rozamiento interno de las piezas.

[008] YAN ZHENG y YAN JIMING, FECHA: 09.10.2018 desarrollaron un MOTOR DE NITRÓGENO LÍQUIDO DE DOBLE ACCIONAMIENTO, revelaron un motor de nitrógeno líquido de doble accionamiento. El motor de nitrógeno líquido de doble accionamiento está compuesto por un sistema de nitrógeno líquido refrigerante y un sistema de motor tourbillon de doble accionamiento, de acuerdo con el sistema de nitrógeno líquido refrigerante, a través de un extractor de separación de aire, el nitrógeno se extrae del aire, el nitrógeno se almacena en un tanque de almacenamiento de nitrógeno, el nitrógeno pasa a través de un generador de enfriamiento de alta presión, bajo el ambiente con una presión de 1 Mpa o superior y una temperatura de -196 °C o inferior, el nitrógeno forma nitrógeno líquido, además, el nitrógeno líquido se almacena en un tanque de almacenamiento de nitrógeno líquido, cuando el nitrógeno líquido se somete a un proceso de liberación de gasificación a alta temperatura, es decir, bajo la condición de que la temperatura aumente a +21 °C por encima de -196 °C y la presión sea de 10-20 Mpa, se genera energía cinética de gasificación de nitrógeno de

expansión de gran volumen, un primer dispositivo de accionamiento del expansor de pistón y un segundo dispositivo de accionamiento de la cámara de conducción tipo jaula de ratón en forma de G del sistema de motor de tourbillon de doble accionamiento se accionan al mismo tiempo, y además, con la aceleración de la inercia del rotor exterior del tourbillon, la fuerza resultante de la interacción genera energía cinética mecánica de enlace de alta eficiencia, este sistema es fundamentalmente para producir N₂ líquido, lo cual requiere grandes cantidades de energía.

[009] JACKSON NEVILLE STUART [GB]; ATKINS ANDREW FARQUHAR [GB] FECHA: May 3 2012, propusieron un motor de ciclo de pistón alternativo dividido, este motor de pistón alternativo de ciclo dividido incluye un cilindro de compresión que aloja un pistón de compresión y un cilindro de expansión que aloja un pistón de expansión. El cilindro de compresión tiene un puerto de entrada para la admisión de aire y un puerto de salida que se comunica con un primer camino de un intercambiador de calor. El cilindro de expansión tiene un puerto de entrada, que se comunica con la primera ruta del intercambiador de calor, y un puerto de salida, que se comunica con una segunda ruta del intercambiador de calor en relación de intercambio de calor con la primera ruta. El método de funcionamiento del motor incluye la inyección de un gas licuado, no oxidante e incombustible, como el nitrógeno, en el cilindro de compresión, este sistema es un sistema abierto el cual consume N₂.

[010] SHAABAN KHALED M [US]; NGUYEN DINH [US], CODIGO US2017276054A1, FECHA: 2017-SEP-17 revelan un sistema para VAPORIZAR NITRÓGENO, Aparatos y métodos para vaporizar nitrógeno líquido a presión, temperatura y volumen suficientes para permitir que una sola bomba móvil satisfaga las necesidades de muchas aplicaciones industriales. El bombeador de nitrógeno de modo dual de la presente invención utiliza una bomba recíproca y calor del refrigerante del motor y la corriente de escape de un motor de combustión interna, así como calor del fluido hidráulico utilizado para cargar el motor, y transfiere ese calor al nitrógeno líquido bombeado a través de un primer intercambiador de calor y se proporciona un segundo intercambiador de calor alimentado internamente para transferir calor al nitrógeno líquido bombeado a través de un segundo intercambiador de calor. Se mantiene la temperatura del fluido hidráulico y se controla la temperatura, la presión y el caudal del nitrógeno vaporizado, equilibrando la carga del motor con la tasa de bombeo de nitrógeno, es un sistema que tiene aplicaciones deferentes a las de movilidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

[011] La figura 1 muestra un esquema general del motor el cual consiste de: Cilindro de almacenamiento (1); por seguridad el cilindro debe resistir presiones superiores a 2500 PSI, salida del N₂ Líquido (2) que consiste en una tubería que atraviesa el cilindro y que dentro del cilindro debe estar por debajo del nivel del nitrógeno en estado líquido que se encuentra en el fondo del cilindro, una Válvula solenoide para N₂ líquido (3) que entra en comunicación con la entrada al pistón (4) y este a la cámara de trabajo del motor (5), quien a su vez es comunica con la salida o escape del motor (6) donde dicha línea de descarga de N₂ cuena con una válvula antirretorno para N₂ gaseoso(7). El Compresor de nevera (8) dispuesto en la línea de descarga para elevar la presión del N₂ gaseoso en ocmunciación con la coraza Intercambiadora de calor (9) aislada térmicamente con los alrededores, con filtro de carbón activado en polvo internamente para absorber el calor del N₂ gaseoso, y una resistencia eléctrica (10) que compensa el calor para producir trabajo mecánico; formada por la capa interna de carbón pirolítico de la coraza una válvula antirretorno (11) seguida de la entrada (12) al cilindro de almacenamiento por la parte inferior.

[012] La figura 2 ilustra una vista externa del motor que muestra la Entrada de N₂ líquido (2) a la válvula solenoide (3) que controla la entrada de N₂ líquido al pistón (5). La Entrada a la coraza intercambiadora de calor (13) que cuenta con una resistencia de carbón pirolítico (16), un Termostato sensor de la temperatura (16) y un Sistema electrónico de control (15), así como la Salida del N₂ gaseoso (6).

[013] La figura 3 muestra una vista isométrica de la coraza (13) de paredes externas de acrílico de 20 mm (material aislante del calor presenta un coeficiente de conductividad térmica 0,18 W/Km, material pobre para conducir calor), donde la Entrada a la a la coraza intercambiadora de calor (4) está en uno de los lados y en el lado opuesto la Salida de la coraza (6). El interior de la cámara de trabajo (5) cuenta con una capa interna de carbón pirolítico con guías para rellenar con carbón activado y Bornes (16) para inducir la corriente al carbón pirolítico (en estas caras entre la pared del carbón y la capa de del carbón pirolítico existe una lámina de acero inoxidable de 1mm para que cuando se induzca la electricidad se disperse por todo el carbón), y en el lateral de la carzaza el Sistema de control (15).

[014] La figura 4 presenta el sistema ensamblado dondel el cilindro de almacenamiento (1) del N₂ en equilibrio Liquido=Gas cuenta con un Manómetro (18) para medir la presión interna del cilindro, una Válvula de purga y tapón (17) para cargar el N₂ líquido, y entra en comunicación con la cámara de trabajo o carcasa de pistón (5) a través del tubo salida (2) del N₂ líquido el cual está provisto de una Válvula solenoide (3) en la entrada (4) de N₂ líquido al pistón, 6. Coraza

intercambiadora de calor, 7. Salida o escape del pistón con válvula antirretorno, 8. Compresor de nevera, 9. Entrada coraza intercambiadora de calor, 10. Salida coraza intercambiadora de calor, 11 Válvula antirretorno, 12. Entrada al cilindro de almacenamiento del N₂ supercrítico.

En el dibujo con las flechas se representa la forma como fluye el N₂ en todo el sistema

[015] La figura 5 representa el ciclo termodinámico mediante el cual funciona el motor: A. proceso de evaporación el cual se realiza en el volumen muerto del pistón, B. proceso de expansión del N₂ gaseoso de 4,2 mL a 50 mL, C. compresión isotérmica y transferencia del calor absorbido por el relleno del filtro (carbón activado), D. disolución de N₂ supercrítico a N₂ líquido dentro del cilindro de almacenamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[016] La presente invención se encuentra dirigida al desarrollo de un sistema representado por un motor que utiliza como proceso los cambios de estado del N₂ para generar trabajo mecánico, la **Figura 1** representa un esquema general del sistema 1. Es un cilindro de almacenamiento de N₂ (en equilibrio líquido=gas) a 1500 PSI de presión interna, 2. Salida: tubo de acero que atraviesa el cilindro hasta 1/4 del fondo para garantizar que el extremo inferior esté por debajo del nivel del N₂ líquido que se encuentra en el fondo del cilindro, este cilindro se encuentra a una presión de 1500 PSI (N₂ en equilibrio Líquido=Gas), el N₂ Líquido sale por la tubería por diferencia de presión entre el pistón y el cilindro, el cual es conducido a 3. Válvula solenoide inyectora del N₂ líquido; como se propone acondicionar un pistón de 2 T convencional es la misma ubicación de la bujía en el motor original, en el volumen muerto del pistón (4,2 mL) se evapora y se expande el N₂ hasta 50 mL, el N₂ sale por (6) escape del pistón en donde está instalada una válvula antirretorno (7): garantizando que el flujo del N₂ tenga el sentido deseado, el N₂ gaseoso llega al Compresor de Nevera (8) con convertidor para funcionar a 12 V, el cual impulsa el N₂ para que entre a la coraza intercambiadora de calor (9) con filtro de carbón activado (absorbe el calor del N₂ gaseoso y lo transfiere al pistón), el N₂ supercrítico sale de la coraza intercambiadora de calor por la tubería capilar de 1 mm; esta tubería une la coraza con la entrada por la parte inferior al cilindro de almacenamiento, por el principio de Pascal se incrementa la presión a la entrada del cilindro incrementará atravesando la válvula antirretorno (11) que evita que cuando el compresor este apagado se devuelva el N₂ líquido hacia la coraza.

[017] La figura 4 muestra de una manera detalla el ensamble del motor el cual comprende: 3. El cilindro de almacenamiento con manómetro (1) para controlar la cantidad de N₂ líquido que se debe agregar al cilindro para obtener una presión de 1500 PSI y el nivel de la fase líquida pueda estar a la altura deseada, 4. Tubería de salida del N₂ líquido que lo conduce hacia el pistón, 5. Válvula solenoide que controla la inyección del N₂ líquido al pistón (esta válvula de garantizar que en cada ciclo la inyección sea de 1 mL), el N₂ líquido es inyectado en el volumen muerto del pistón ubicado dentro de la carcasa que a su vez está cubierta por la coraza intercambiadora de calor (6), dentro del pistón ocurren los procesos de evaporación Figura 5 (A) y Expansión Figura 5 (B), entra al compresor Figura 4 (8), se realiza el proceso de compresión isotérmico Figura 5 (C) y finalmente ingresa al cilindro de almacenamiento Figura 4 (3) como supercrítico y se disuelve dentro de este cilindro volviendo a su estado líquido Figura 5 (D), el Sistema de control electrónico Figura 2 (5) controla: sensor de temperatura (termostato), encendiendo el compresor, calentamiento y conectando corriente a la resistencia de la coraza (formada por la capa interna de carbón pirolítico de la coraza) y válvula solenoide que inyecta el N₂ líquido al pistón, cuando la temperatura del pistón llega a -1 °C el sistema de control enciende el compresor y conecta la resistencia.

[018] Para el motor de 2T de 50 c.c. el cual se explica por medio de la figura 4, este motor se puede escalar para sustituir los motores de combustión interna que actualmente son comercializados, en la figuras 4 el proceso revelado aquí consiste en un proceso cíclico, en un sistema aislado termodinámicamente el cual consiste en: del cilindro de almacenamiento sale por diferencia de presión 1 mL de N₂ líquido por la tubería de la salida figura 4 (4) (presión interna del cilindro 1500 PSI y presión de la cabeza del pistón es aproximadamente 14 PSI, presión atmosférica), El N₂ líquido es inyectado por medio de la válvula solenoide figura 4 (5) en la cabeza el pistón (volumen muerto 4.2 mL) que se encuentra a una temperatura promedio de 0 °C, en este espacio inicialmente el N₂ pasa de estado Líquido a Gas, el calor que permite mantener estas condiciones es transferido por la coraza Figura 4 (6) que rodea la carcasa del pistón, la cantidad de calor requerido para esta **primera etapa representada en la Figura 5 como A**, siendo equivalente a: calor de vaporización del N₂, el cual se calcula de acuerdo a las propiedades del N₂

Densidad del N₂ líquido=0,807 g/mL

Calor de vaporización molar del N₂=ΔH_v=5585,6 julios/mol

Número de moles del N₂ = ((0,807 g/mL)x(1mL))/28 g/mol)=0,029 moles

Calor de vaporización para 0,029 moles= 161 julios

[019] En la **Figura 5** se observa la **segunda etapa B** el N₂ gas se expande de 4,2 mL hasta 50 mL, esta etapa sigue la primera ley de la termodinámica:

$$\Delta U = Q + W$$

Donde $\Delta U = 0$ y $Q = W$

$$W_{\text{mecanico}} = P_{\text{ext}} \Delta V$$

P_{ext} = presión final dentro del pistón después de la expansión

Condiciones:

Volumen = 80 mL (volumen final del pistón $V_1 = 50$ mL + volumen de las tuberías hasta la entrada al cilindro y volumen del pistón $V_2 = 30$ mL)

$T^\circ = 0^\circ\text{C}$

$P_{\text{ext}} = (0,029 \text{ moles} (0,082 \text{ atm.L/mol.K}).273 \text{ K})/0,08\text{L} = 8,1 \text{ atm}$

$$W_{\text{mecanico}} = 8,1 \text{ atm}(0,05\text{L}-0,0042\text{L}) = 0,3710 \text{ atm.L} = 37,6 \text{ julios}$$

$$Q_{\text{termodinámico}} = 37,6 \text{ julios} + 161,0 \text{ julios} = 198,6 \text{ julios}$$

[020] Cabe resaltar: 1. Para reducir los volúmenes muertos: se debe disminuir al máximo la longitud y diámetro de las tuberías, el carbón activado en polvo debe quedar bien empaquetado, $Q_{\text{termodinámico}}$ es la cantidad mínima de energía que requiere para realizar la primera Figura 5 (A) y segunda etapa Figura 5 (B) termodinámica. Suponiendo que un motor de 2T pierda un 20% de energía por la fricción interna del motor entonces:

$$Q_{\text{total}} - 20Q_{\text{total}}/100 = 198,6 \text{ julios}$$

$$0,8 Q_{\text{total}} = 198,6 \text{ julios}$$

$$Q_{\text{total}} = 198,6 \text{ julios}/0,8 = 248,3 \text{ julios}$$

[021] Esta es la energía en forma de calor que debe ser inyectada al pistón para realizar el trabajo mecánico.

[022] De acuerdo a **figura 4** una vez el N_2 gaseoso sale por el escape del pistón Figura 4 (7) es impulsado por un compresor de nevera (8) con un consumo de 500 watos con convertidor a 12 V para obtener la energía de paneles solares.

[023] En la **figura 5** una vez es impulsado por el compresor se lleva a cabo la **Tercera Etapa C** compresión isotérmica (cabe resaltar que todo el sistema incluyendo las tuberías deben estar aisladas térmicamente) y obligado a entrar a la coraza intercambiadora, su diseño divisor de flujo permite que el N_2 fluya por 10 caminos diferentes por secciones tipo columna, lo cual permite disminuir la resistencia que puede generar el filtro al paso del N_2 y la presión efectiva a la entrada del cilindro (con esta etapa el N_2 pasa de Gas/Supercrítico), en el filtro de carbón activado las moléculas del N_2 se enfocan y desprenden calor el cual es transferido por la carcasa de aluminio hacia el pistón, este calor es equivalente a:

$$Q_{\text{compresión}} = nRT \ln(V_2/V_1)$$

V_2 = volumen de las conexiones entre el compresor y la coraza = 3 mL

V_1 = volumen de las conexiones entre el final de la expansión y el compresor = 77 mL

$$Q_{\text{compresión}} = 0,029 \text{ moles } (0,082 \text{ atm.L/mol.K}) 273 \text{ K } \ln(0,003\text{L}/0,077\text{L})$$

$$Q_{\text{compresión}} = 2,1 \text{ atm.L} = 213,4 \text{ julios}$$

[024] Es importante hacer notar que el volumen muerto entre el compresor Figura 4 (8) y la entrada a la coraza Figura 4 (9) debe ser 3 mL máximo esto significa que debe estar conectado directamente el compresor a la coraza.

[025] Sabiendo que: $Q_{\text{total}} = 248,3 \text{ julios}$, energía necesaria para que el pistón realice el trabajo, por el proceso de compresión se transfieren $Q_{\text{compresión}} = 213,4 \text{ julios}$, el balance nos indica:

$$Q_{\text{compresión}} - Q_{\text{total}} = 213,4 \text{ julios} - 248,3 \text{ julios} = -34,9 \text{ julios}$$

[026] Indica que para completar energéticamente el proceso se requieren 34,9 julios los cuales serán obtenidos por medio de la resistencia formada por la capa interna de la coraza de carbón pirolítico **Figura 1 (10)**.

[027] Finalmente, el N_2 supercrítico es conducido por el capilar hacia la entrada del cilindro figura 4 (12) donde ocurre la **Etapa D** (N_2 supercrítico se disuelve en Líquido, por su afinidad)

[028] El funcionamiento indica que el sensor de temperatura Figura 2 (5) que está conectado al sistema de control funcionara entre -1°C y 1°C , cuando llegue a -1°C se abre el paso de corriente al compresor y a la resistencia pirolítica y cuando llegue a 1°C se corta el paso de corriente a estos dos dispositivos.

Especificaciones técnicas del motor

Eficiencia

[029] Teniendo en cuenta los cálculos anteriores podemos indicar:

$$W_{\text{mecánico}} = 37,6 \text{ julios trabajo efectivo}$$

[030] La energía es obtenida a partir de un panel de 500 watios que funciona a 12 V.

$$\text{Entrada de energía} = 500 \text{ watios}/12\text{V} = 41,7 \text{ julios}$$

$$\text{Eficiencia del pistón} = (37,4\text{julios}/41,7) \cdot 100 = 89.8\%$$

Potencia a 3000 rpm

$$W_{\text{mecánico}} = 37,6 \text{ julios por ciclo}$$

$$\text{Potencia (P)} = 37,6 \text{ joulios} \cdot 3000 \text{ rpm}/60 = 1880 \text{ watios} = 2,5 \text{ HP}$$

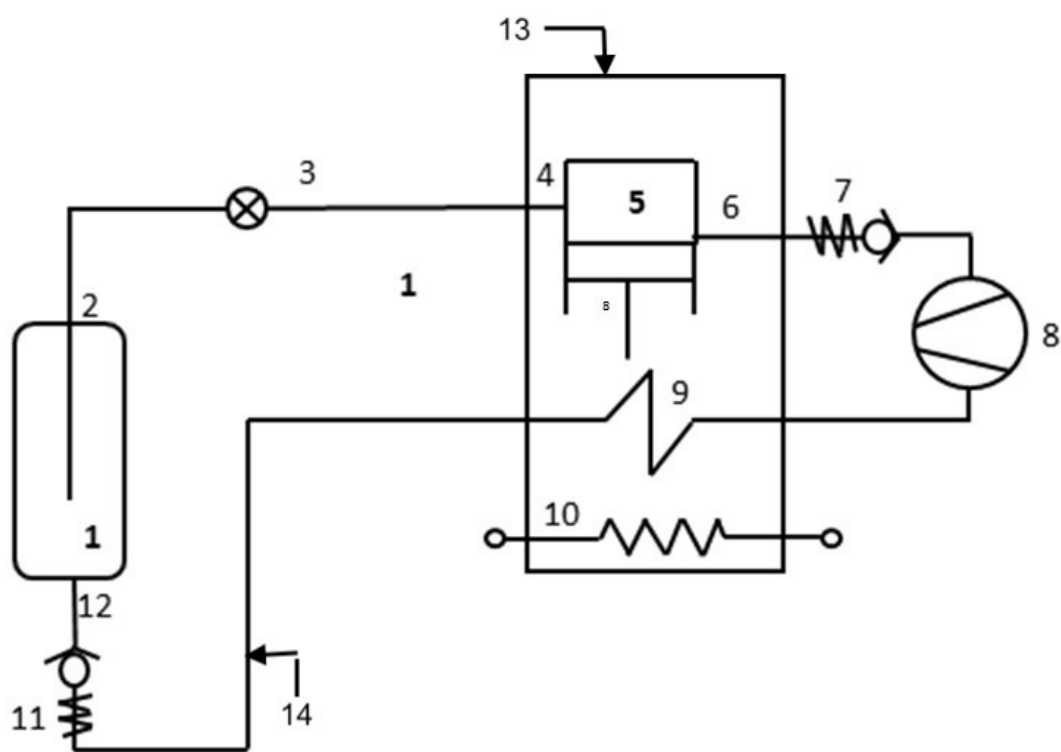


FIGURA 1

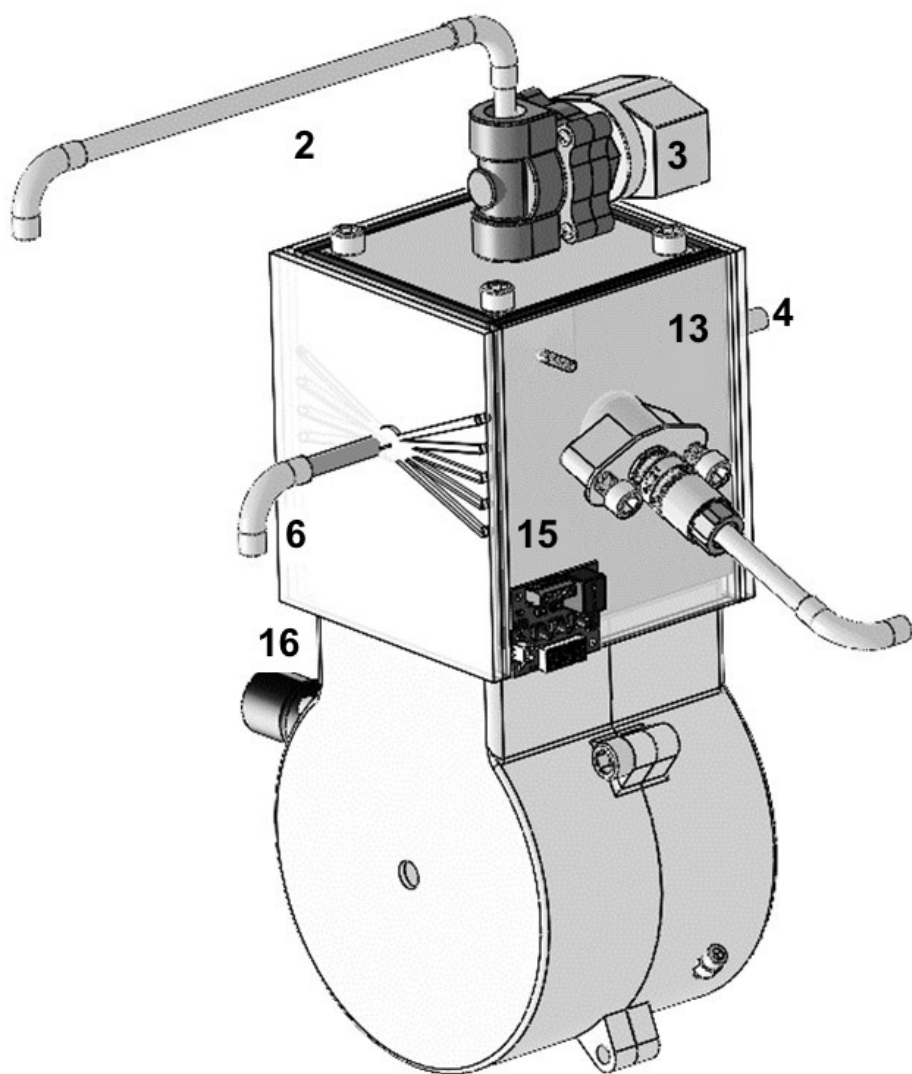


FIGURA 2

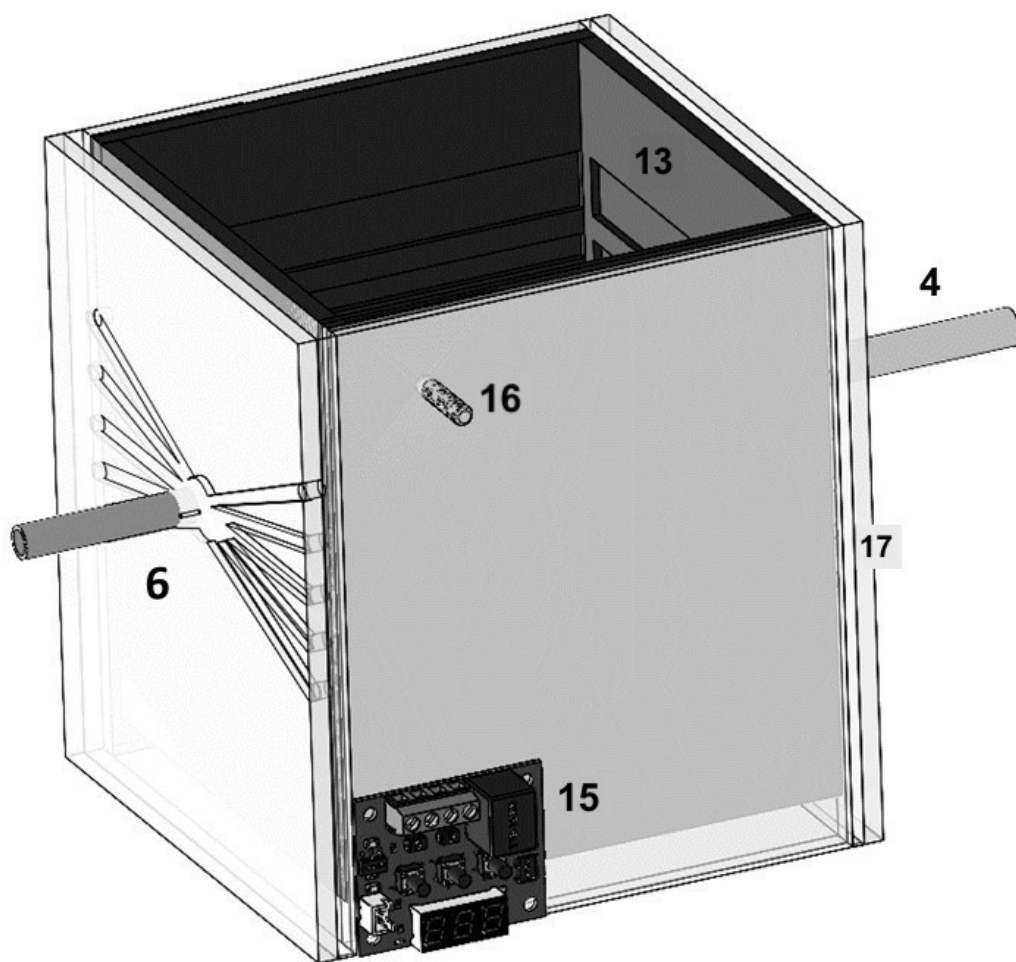


FIGURA 3

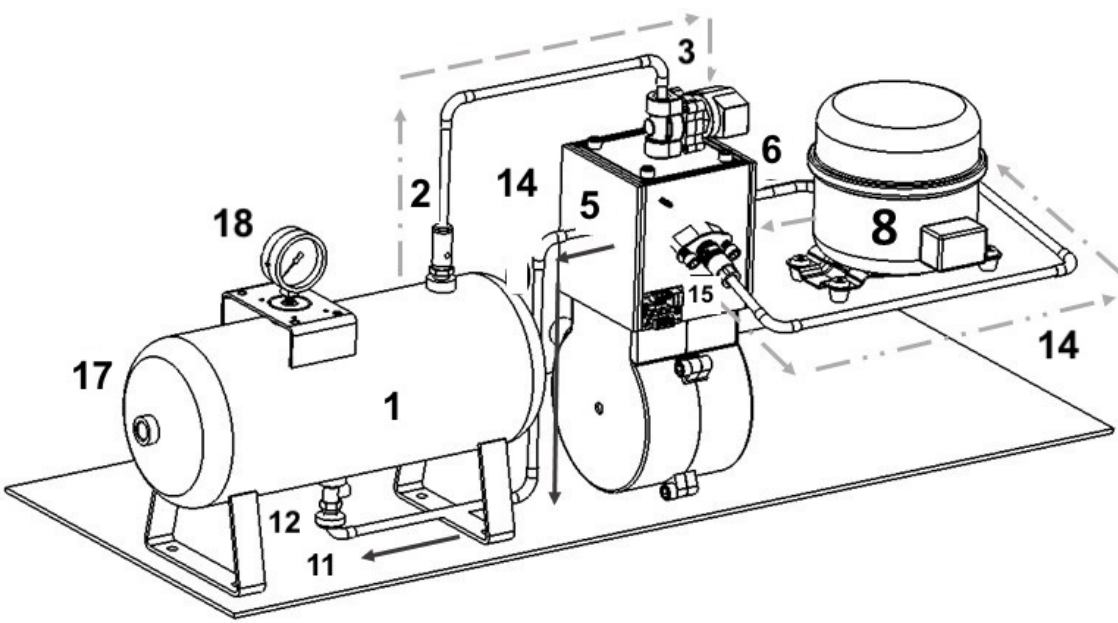


FIGURA 4

REIVINDICACIONES

1. Motor que utiliza nitrógeno (N_2) para producir trabajo mecánico, que comprende:

Un cilindro de almacenamiento (1) de N_2 configurado para mantener coexistencia líquido–gas;

Una cámara de trabajo provista de pistón (5) acoplado a un eje de salida;

Un inyector solenoide (3) dispuesto para dosificar N_2 líquido desde el cilindro de almacenamiento (1) hacia la cámara de trabajo;

Una línea de descarga de N_2 gaseoso desde la cámara de trabajo (5), con válvula antirretorno (7);

Un compresor (8) dispuesto en la línea de descarga para elevar la presión del N_2 gaseoso;

Una coraza (13) térmicamente acoplada a la cámara del pistón (5), configurada para recibir el N_2 comprimido (4) y transferir su calor hacia la carcasa del pistón (5); y

Una línea de retorno (14) que comunica la coraza (13) con el cilindro de almacenamiento (1) e incorpora una válvula antirretorno (7) para reintroducir el N_2 a dicho cilindro (1), en donde el calor cedido por el N_2 comprimido en la coraza asiste la evaporación del N_2 líquido que ingresa a la cámara de trabajo (5), de modo que el ciclo se realiza de manera cerrada con flujo de calor interno dentro del motor.

2. El motor de la reivindicación 1, caracterizado porque la coraza (13) comprende carbón activado dispuesto como medio de alta área de contacto para mejorar el intercambio térmico entre el N_2 comprimido y la carcasa del pistón.

3. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la coraza (13) incorpora una resistencia eléctrica integrada (10) conectable para aporte de calor suplementario cuando se requiera mantener el ciclo dentro de un rango de temperatura.

4. El motor de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la coraza (13) está configurada internamente en canales que dividen el flujo del N_2 comprimido en trayectorias paralelas con el fin de reducir pérdidas de carga y aumentar la transferencia de calor hacia la carcasa del pistón, donde una línea cuenta con la cámara de trabajo (5) y la otra línea con el intercambiador de calor (9).

5. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema electrónico de control (15) que gobierna la apertura del inyector solenoide (3), el

encendido del compresor (8) y la activación de la resistencia eléctrica (10), en función de una señal de temperatura medida en la carcasa del pistón (5) o en la coraza (13).

6. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de trabajo (5) está térmicamente aislada respecto del ambiente, de modo que el intercambio de calor relevante para el ciclo se efectúa principalmente entre el N_2 comprimido en la coraza (13) y la carcasa del pistón (5).

7. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el inyector solenoide (3) está calibrado para dosificar alícuotas de N_2 líquido hacia la cámara de trabajo (5), coordinadas con la posición del pistón (5) y el estado de temperatura definido por el sistema de control (15).

8. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la línea de retorno (14) desde la coraza (13) al cilindro de almacenamiento (1) está dispuesta para entregar el N_2 ya enfriado y condensado en la entrada al cilindro (12) al interior del cilindro de almacenamiento (1).

9. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el compresor (8) es un compresor eléctrico alimentado por una fuente de 12 V y acoplado al sistema electrónico de control (15).

10. El motor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la resistencia eléctrica (10) de la coraza comprende material conductor seleccionado entre carbón pirolítico y lámina metálica, dispuesto para distribuir el calor en la superficie de la coraza (13).



Superintendencia de
Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2026/0001830

Recibo: 26-230110

Fecha: 17/02/2026

IP INNSPIRE SAS

NI: 901.923.732

Pago PSE No: 1225324

CUS: 71730198

NC Modificación a las reivindicaciones

Request on Patente de Invención Nacional NC2023/0014658

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	\$ 236,500	\$ 236,500
TOTAL					\$ 236,500