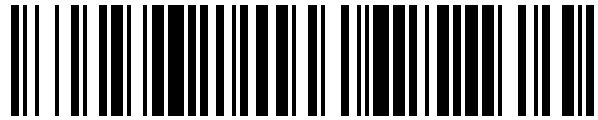


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 255 744**

21 Número de solicitud: 202031986

51 Int. Cl.:

F28D 15/04 (2006.01) ***F17C 9/02*** (2006.01)
F28F 1/10 (2006.01)
F28D 15/02 (2006.01)
F28F 1/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

11.09.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.11.2020

71 Solicitantes:

**NOMEN CALVET, Juan Eusebio (33.3%)
El Cortalet A Baixos
AD400 L'Aldosa AD;
HANGANU, Dan Alexandru (33.3%) y
WGA WATER GLOBAL ACCESS, SL (33.3%)**

72 Inventor/es:

**NOMEN CALVET, Juan Eusebio y
HANGANU, Dan Alexandru**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Dispositivo regasificador GNL y cogenerador de agua fría y aire seco frío**

ES 1 255 744 U

DESCRIPCIÓN

Dispositivo regasificador GNL y cogenerador de agua fría y aire seco frío

OBJETO

La presente invención se refiere a un dispositivo de regasificación de gas natural licuado y cogeneración de agua dulce fría y aire seco frío.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los sistemas de regasificación de gas natural licuado, GNL, usan principalmente cuatro fuentes de energía:

- 1- La combustión de combustibles fósiles, con sus conocidos problemas de emisión de CO₂,
- 2- El calor sensible del aire ambiente con el problema del gran tamaño de las instalaciones necesarias y el problema de la formación de hielo,
- 3- El calor sensible del agua de mar con los problemas de corrosión, formación de hielo, mortalidad directa de vida marina por contacto directo con superficies frías de los Open Rack Vaporizers ORV.
- 4- El calor latente del vapor de agua contenido en aire húmedo, y su calor sensible con el problema de inversión en capital CAPEX de las unidades publicadas en la patente PCT ES2016 070589.

Concretamente la patente PCTES2016070589 divulga los problemas perfectamente descritos en bibliografía del estado del arte, relativos a los dispositivos de regasificación por circulación de aire, los problemas de los dispositivos de regasificación por aporte de agua de mar sobre ORV y los problemas de los dispositivos de regasificación por combustión de hidrocarburos. La patente PCTES2016070589 divulga un dispositivo regasificador de tubos y carcasa con conducto condensador en su cara interior y evaporador en su cara exterior dentro del cual circula aire saturado. El problema de este dispositivo es la limitación en su capacidad de producción y el coste de capital dado que todo el haz de tubos dentro de los cuales circula el aire húmedo está colocado dentro de una carcasa. Los límites en el diámetro de la carcasa y el coste de capital de esta carcasa a prueba de vacío

limitan la viabilidad de esta tecnología. Además, el aporte del fluido de trabajo en fase líquida por la pared exterior del tubo evaporador condensador dentro del cual circula el aire húmedo es un aporte complejo que suele acabar formando una película de agua o de fluido líquido de trabajo y dicha película
5 de líquido limita el coeficiente de transferencia de calor latente, lo cual obliga a multiplicar la superficie de tubos con aire en su interior y a multiplicar el diámetro de carcasa exterior, siendo este un factor limitativo de la viabilidad de dicha tecnología.

Todas las tecnologías actuales tienen, en la práctica, problemas de formación
10 de hielo sobre el tubo de GNL, que bloquea el proceso de aporte de energía.

SUMARIO

La presente invención busca resolver uno o más de los inconvenientes expuestos anteriormente mediante un dispositivo de regasificación de gas natural licuado, GNL, como está definido en las reivindicaciones.

15 El dispositivo regasificador de gas natural licuado, GNL, permite la cogeneración de agua dulce fría y aire seco frío, usando cámaras o tubos de intercambio de calor latente y calor sensible evaporadores en su cara interior y condensadores en su cara exterior.,.

El dispositivo regasificador está compuesto de los siguientes componentes:

20

- Al menos un conducto criogénico por el que se introduce gas natural licuado, en adelante GNL, por un extremo y sale gas natural GN por el otro extremo. Este conducto puede disponer de los sistemas de control de caudal y sistemas de seguridad y con el debido aporte de energía
25 exterior puede mantener el gradiente térmico hasta a una temperatura controlada dentro de su pared, como hacen los actuales Open Rack Vaporizers, ORV.
- El, al menos uno, conducto criogénico por el que circula el GNL y sale el GN regasificado resultante está situado dentro de al menos una
30 carcasa hermética con el exterior que soporta condiciones de vacío y dentro de la que se encuentra un fluido de trabajo en fase líquida y

- gaseosa. La fase gaseosa del fluido de trabajo se condensa sobre la cara exterior de tubo de GNL. El fluido de trabajo en fase líquida que se encuentra dentro de la carcasa se aporta seguidamente a la cara evaporadora interior de las cámaras o tubos de intercambio de calor latente y calor sensible evaporadores condensadores situados fuera de la carcasa y que tienen condiciones de vacío en su interior.
- 5
- Las cámaras o tubos de intercambio de calor latente y calor sensible evaporadores condensadores están en condiciones de vacío en su interior. Las cámaras o tubos de intercambio de calor latente y calor sensible evaporadores condensadores son condensadores por su cara exterior que queda expuesta a un flujo de aire húmedo a presión atmosférica y son evaporadores en su cara interior sobre la que se aporta un fluido de trabajo en fase líquida. La cara exterior condensadora puede estar cubierta, al menos en parte, de una estructura capilar de microranuras, microsurcos, mecha, sinterizado u otra estructura capilar. Una estructura capilar es una estructura con un diseño tal que el fluido queda dominado por las fuerzas intermoleculares de cohesión y adhesión de forma que la interfaz líquido-gas del fluido que se condensa es curva en toda su longitud, dominando las fuerzas intermoleculares de cohesión y adhesión. La cara interior evaporadora puede estar cubierta, al menos en parte, de una estructura capilar de microranuras, microsurcos, mecha, sinterizado u otra estructura capilar en la que el agua pura u otro fluido de trabajo fluye y se evapora en régimen capilar. La yuxtaposición de una cara evaporadora en régimen capilar y una cara condensadora en régimen capilar, sin formar películas de agua permite conseguir elevados coeficientes de transferencia de calor latente y permite una eficiente transferencia de calor sensible.
- 10
- 15
- 20
- 25
- La fase gaseosa del fluido de trabajo evaporado dentro de las cámaras o tubos evaporadores condensadores se canaliza al interior de la carcasa dentro de la cual se encuentra el, al menos un, tubo criogénico en el que se introduce el GNL que convierte en GN.
 - Sistema de control de aporte del GNL y del vapor del fluido de trabajo
- 30

dosifica los aportes de fluidos de modo que el gradiente térmico hasta una temperatura controlada se encuentre dentro de la pared del tubo criogénico.

- 5 - El dispositivo regasificador se puede compartimentar en una serie de carcassas dentro de las que se encuentran sucesivos tramos del, al menos un, tubo criogénico y que trabajan entre distintos rangos de temperatura.
- 10 - Para evitar la formación de fase sólida del fluido de trabajo en el dispositivo regasificador se puede intercalar, al menos, un tubo de calor entre la, al menos una, carcassa que contiene el, al menos un, tubo criogénico de GNL y el recipiente de recogida del vapor y del líquido sobrante de las cámaras o tubos evaporadores condensadores. El, al menos un, tubo de calor intercalado permite utilizar distintos
15 fluidos de trabajo con distintas temperaturas de solidificación que impidan la solidificación del fluido de trabajo sobre el tubo criogénico de GNL o sobre la cara condensadora de otro tubo o cámara evaporador condensador intermedio e impide la formación de hielo sobre la cara exterior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores y permite introducir intercambiadores de calor sensible
20 para crear un escalado de temperaturas de trabajo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una explicación más detallada se da en la descripción que sigue y que se basa en las figuras adjuntas:

25 Figura 1.- Muestra en una sección en un corte longitudinal una representación esquemática de un dispositivo de regasificación,

Figura 2.- Muestra un esquema de un dispositivo de regasificación con cámaras evaporadoras condensadoras dentro de un contenedor con al menos un ventilador, soplador o turbina para impulsar el aire húmedo, y

30 Figura 3.- Muestra en una sección en un corte longitudinal una representación esquemática de un dispositivo de regasificación con tubos de calor intermedios.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Como se ilustra en la figura 1, el dispositivo de regasificación de Gas Natural Licuado, GNL, y cogeneración de agua dulce fría y aire seco frío comprende, al menos:

5

- Al menos un tubo criogénico de cambio de fase de GNL 3 por el que se introduce gas natural licuado GNL 1 por un extremo y se extrae el gas natural revaporizado 2 por el otro extremo. La cara interior de este tubo es evaporadora del GNL y la cara exterior es condensadora. Los tubos criogénicos de cambio de fase de GNL son conocidos y descritos en el estado del arte. Están contruidos con unos metales y con unas secciones necesarias para soportar el diferencial de temperatura al que están sometidos. Son tubos que con el correcto aporte externo de energía tienen la capacidad de mantener dentro de sus paredes el gradiente térmico entre el GNL y una temperatura controlada en su cara externa, como sucede con los Open Rack Vaporizers que se usan en la regasificación de GNL y sobre los que en la actualidad se vierte agua de mar a temperatura ambiente.

10

15

20

25

30

- Al menos una carcasa 4 hermética que soporta condiciones de vacío y está atravesada por, al menos, un tubo criogénico 3. Dentro de la, al menos una, carcasa 4 hay un fluido de trabajo en condiciones de vacío. con una parte en fase líquida 5 y el resto en fase gaseosa 6. Este fluido de trabajo de dos fases 5 y 6 puede ser agua pura o una solución acuosa u otro fluido de trabajo de dos fases. Dado el gradiente de temperatura entre la cara exterior del, al menos un, tubo criogénico 3 y la temperatura del fluido de trabajo en fase gaseosa 6, la fase gaseosa 6 del fluido de trabajo se condensa sobre la cara exterior del, al menos un, tubo 3 de GNL. Al condensarse, la fase gaseosa del fluido de trabajo 6 libera energía en forma de calor latente de condensación y calor sensible que es absorbida por el GNL para su proceso de regasificación y de aumento de la temperatura del gas natural

generado. El fluido de trabajo en fase líquida 5 se acumula en el fondo de la, al menos una, carcasa 4.

- 5 - El fluido de trabajo en fase líquida 5 es aportado sobre la cara interior evaporadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 que se encuentran fuera de la, al menos una, carcasa 4. las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 están en condiciones de vacío en su interior. Al estar las cámaras o tubos evaporadores condensadores fuera de la, al menos una, carcasa 4, se consigue un
10 importante ahorro en el coste de capital CAPEX de la, al menos una, carcasa 4 y el volumen interior de la, al menos una, carcasa 4 deja de ser un factor limitativo de la capacidad operativa del dispositivo.

- 15 - Sobre la cara exterior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 fluye una corriente de aire húmedo 8 que puede estar impulsada por, al menos un ventilador, soplador o turbina 19. El vapor de agua contenido en el flujo de aire húmedo 8 se condensa sobre la cara condensadora exterior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7. De modo que el vapor de agua condensado sobre la
20 cara exterior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 cede energía en forma de calor latente de condensación y calor sensible al fluido de trabajo 5 que fluye sobre la cara interior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 que se evapora al menos en parte generando una fase gaseosa 12 que sale por un extremo de las
25 cámaras o tubos evaporadores condensadores 7. El agua condensada 10 resultante de este proceso de condensación del vapor de agua contenida en el flujo de aire 8 es fría después de la cesión de energía, fluye por la cara exterior condensadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7, se acumula dentro de un recipiente
30 exterior de recolección 11 y se puede utilizar como agua condensada fría para usos municipales, agrícolas o industriales. El flujo de aire húmedo 8 que fluye por la cara exterior condensadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores se convierte en un flujo de aire

seco y frío 9 que se puede canalizar y utilizar en sistemas de frío o aire acondicionado.

- 5
- 10
- 15
- La salida de las cámaras o tubo evaporadores condensadores 7 se conecta con un recipiente hermético 16, que está en condiciones de vacío, de recogida de fluidos en el que se acumula el resto de fluido de trabajo en fase líquida 13 y la fase gaseosa del fluido de trabajo 12 evaporada sobre la cara interior evaporadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7. El vapor 12 de fluido de trabajo evaporado sobre la cara evaporadora interior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 se canaliza 15 hasta el interior de la, al menos una, carcasa 4 donde se volverá a condensar sobre la cara condensadora exterior del, al menos un, tubo criogénico 3. El resto de la fase líquida 13 del fluido de trabajo acumulado dentro del recipiente 16 se bombea 14 hasta el interior de la, al menos una, carcasa 4.

20

Un sistema regulador del flujo de GNL 1 que se introduce en el tubo criogénico 3 y un sistema regulador del flujo de aire húmedo 8 que se aporta sobre la cara exterior condensadora de la, al menos una, cámara y o tubo condensador evaporador. Estos flujos de GNL y de aire húmedo deben estar equilibrados para que el fluido de trabajo esté en fase líquida y con una temperatura controlada.

- 25
- 30
- Con la finalidad de aumentar el coeficiente de transferencia de energía, la cara interior evaporadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores puede estar cubierta, al menos en parte, de una estructura capilar en forma de microsurcos, microranuras, sinterizado, mecha u otra estructura capilar en la que la interfaz líquido-gas del fluido de trabajo se curva y fluye ordenadamente dentro de la estructura capilar sin formar películas de líquido de forma que la evaporación se realiza en régimen de evaporación capilar. Al ser un fluido de trabajo sin impurezas ni problemas de precipitaciones minerales no hay problemas de bloquear las distintas formas de

estructuras capilares.

- 5 - Con la finalidad de aumentar el coeficiente de transferencia de energía, la cara exterior condensadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores puede estar cubierta, al menos en parte, de una estructura capilar en forma de microsurcos, microranuras, sinterizado, mecha u otra estructura capilar en la que la interfaz líquido gas del agua condensada se curva y fluye ordenadamente dentro de la estructura capilar sin formar películas de agua, de forma que la condensación se realiza en régimen de condensación capilar.
- 10 - Con la finalidad de aumentar el coeficiente de transferencia de energía, la cara exterior condensadora del tubo criogénico 3 puede estar cubierta al menos en parte de aletas para aumentar la superficie de intercambio y puede estar cubierta al menos en parte de una estructura capilar sobre la que el fluido de trabajo se condensa en
- 15 régimen de condensación capilar.

Como se ilustra en la figura 2, un modo de realización de la invención consiste en disponer las cámaras o tubos evaporadores condensadores 17 dentro de al menos una estructura 18 con al menos un ventilador, soplador o turbina

20 19 que impulsa un flujo de aire húmedo 8 sobre la cara exterior evaporadora de las cámaras o tubos 17 evaporadores condensadora.

Como se ilustra en la figura 3, el dispositivo regasificador puede estar compuesto por más de una carcasa 4 colocadas consecutivamente en torno a, al menos un, tubo criogénico 3 de forma que en el interior de cada carcasa

25 4 se trabaja con un rango de temperaturas específicas y con distintos fluidos de trabajo 20, 21 adaptados a cada rango de temperatura.

Para evitar la formación de hielo sobre la cara exterior del, al menos un, tubo criogénico 3 de GNL se puede intercalar al menos un tubo de calor o caloducto 27, 28, 29. El, al menos un, tubo de calor 27, 28, 29 puede contener distintos

30 fluidos de trabajo 20, 22, 23.

El, al menos un, tubo de calor 27, 28, 29 puede incorporar un intercambiador interno o externo de calor sensible 25, 26 para controlar la temperatura del

fluido de trabajo 20, 22, 23.

El, al menos un, tubo de calor 27 comprende al menos un tubo evaporador en su cara exterior y condensador en su cara interior 24 que evapora el fluido de trabajo 20 y la fase gaseosa evaporada se aporta a temperatura controlada dentro de la carcasa 4, siendo el fluido de trabajo 20 un fluido de trabajo de dos fases con un punto de solidificación por debajo de la temperatura de la cara exterior del, al menos un, tubo criogénico 3, de modo que no se puede acumular fase sólida del fluido de trabajo sobre la cara exterior del tubo criogénico 3 y se controla la temperatura de la fase gaseosa del fluido de trabajo que se aporta sobre la cara exterior del tubo criogénico 3.

Seguidamente se pueden intercalar n tubos de calor 28 con su fluido de trabajo 22 correspondiente a su rango de temperaturas de trabajo y sistemas de intercambio de calor sensible 26 para crear un escalonado progresivo de temperaturas de trabajo en las que el fluido de trabajo no se solidifique.

Al final de este intercalado de, al menos, un tubo de calor, el fluido de trabajo en fase líquida 23 que se aporta a la cara interior evaporadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores 7 sobre cuya cara exterior se condensa el vapor de agua del aire húmedo 8 está a una temperatura por encima de 0°C lo que garantiza que el agua condensada sobre la cara exterior de cada carcasa o tubo evaporador condensador 7 no se congela.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de regasificación de gas natural licuado, GNL, y cogeneración de agua dulce fría y aire seco frío, **caracterizado** por que comprende al menos una carcasa (4) hermética con el exterior que soporta
5 condiciones de vacío que contiene un fluido de trabajo en sus fases líquida (5) y gaseosa (6) (15), la, al menos una, carcasa (4) está atravesada por al menos un tubo criogénico (3) por el que se introduce gas natural licuado GNL (1) por uno de sus extremos y se extrae gas natural regasificado (2) por el otro extremo, la cara exterior del, al menos un, tubo criogénico (3) es
10 condensadora y sobre ella se condensa la fase gaseosa (6) (15) del fluido de trabajo liberando energía, y unas cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) situados fuera de la, al menos una, carcasa 4 con la cara condensadora exterior en contacto con aire húmedo y el vapor de aire contenido en el aire húmedo se condensa sobre la cara condensadora exterior
15 de las cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) generando agua dulce fría (10) y liberando energía que es absorbida por el fluido de trabajo en fase líquida (5) que fluye sobre la cara evaporadora interior de las cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) y que se evapora generando fase gaseosa (12) del fluido de trabajo que sale por un extremo de las cámaras o
20 tubos evaporadores condensadores (7), y se canaliza (15) dentro de la, al menos una, carcasa (4) para su condensación.

2. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende al menos un ventilador, soplador o turbina (19) que impulsa aire húmedo (8) sobre las caras exteriores
25 condensadoras de las cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) (17).

3. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que las cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) tienen su cara interior evaporadora cubierta, al menos en parte de una estructura capilar en forma de microsurcos, microranuras, sinterizado, mecha
30 u otra estructura capilar en la que la interfaz líquido gas del fluido de trabajo se curva y fluye ordenadamente dentro de la estructura capilar sin formar películas de líquido y tiene su cara exterior condensadora cubierta, al menos en parte de una estructura capilar en forma de microsurcos, microranuras,

sinterizado, mecha u otra estructura capilar en la que la interfaz líquido gas del agua condensada se curva y fluye ordenadamente dentro de la estructura capilar sin formar películas de agua.

4. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1,
5 **caracterizado** por que la cara exterior condensadora del, al menos un, tubo criogénico (3) está cubierta, al menos en parte, de aletas para aumentar la superficie de intercambio
5. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1,
10 **caracterizado** por que la cara exterior condensadora del, al menos un, tubo criogénico (3) está cubierta, al menos en parte, de una estructura capilar sobre la que el fluido de trabajo en fase gaseosa (6) (15) se condensa en régimen de condensación capilar.
6. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 2,
15 **caracterizado** por estar dentro de, al menos, una estructura (18) con, al menos, un ventilador, soplador o turbina (19) para canalizar el flujo de aire húmedo (8) sobre la cara evaporadora de las cámaras o tubos evaporadores condensadores (7) (17).
7. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1,
20 **caracterizado** por que comprende más de una carcasa 4 con un fluido de trabajo específico (20) (21) para trabajar dentro de un rango de temperaturas de trabajo específico por encima de su temperatura de solidificación.
8. Dispositivo de regasificación de acuerdo a la reivindicación 1,
25 **caracterizado** por que comprende al menos un tubo de calor o caloducto (27) (28) (29) intercalado entre la, al menos una, carcasa (4) y el, al menos un, recipiente hermético en condiciones de vacío (16), y por que el, al menos un, tubo de calor o caloducto (27) (28) (29) contiene un fluido de trabajo específico (20), (22), (23) de dos fases con un punto de solidificación a una temperatura inferior a la del rango de temperaturas de trabajo del caloducto
30 o tubo de calor (27) (28) (29).
9. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 8,
caracterizado por que al menos un tubo de calor (27, 28, 29) incorpora o

está conectado a un intercambiador de calor sensible (25, 26) para controlar la temperatura del fluido de trabajo (20, 22, 23).

10. Dispositivo de regasificación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** por que el, al menos un, tubo de calor (27) intercalado
- 5 comprende al menos un tubo (24) evaporador en su cara exterior y condensador en su cara interior que evapora el fluido de trabajo (20) y la fase gaseosa evaporada se aporta a temperatura controlada dentro de la, al menos una, carcasa (4), siendo el fluido de trabajo (20) un fluido de trabajo
- 10 de dos fases con un punto de solidificación por debajo de la temperatura de la cara exterior del, al menos un, tubo criogénico (3).

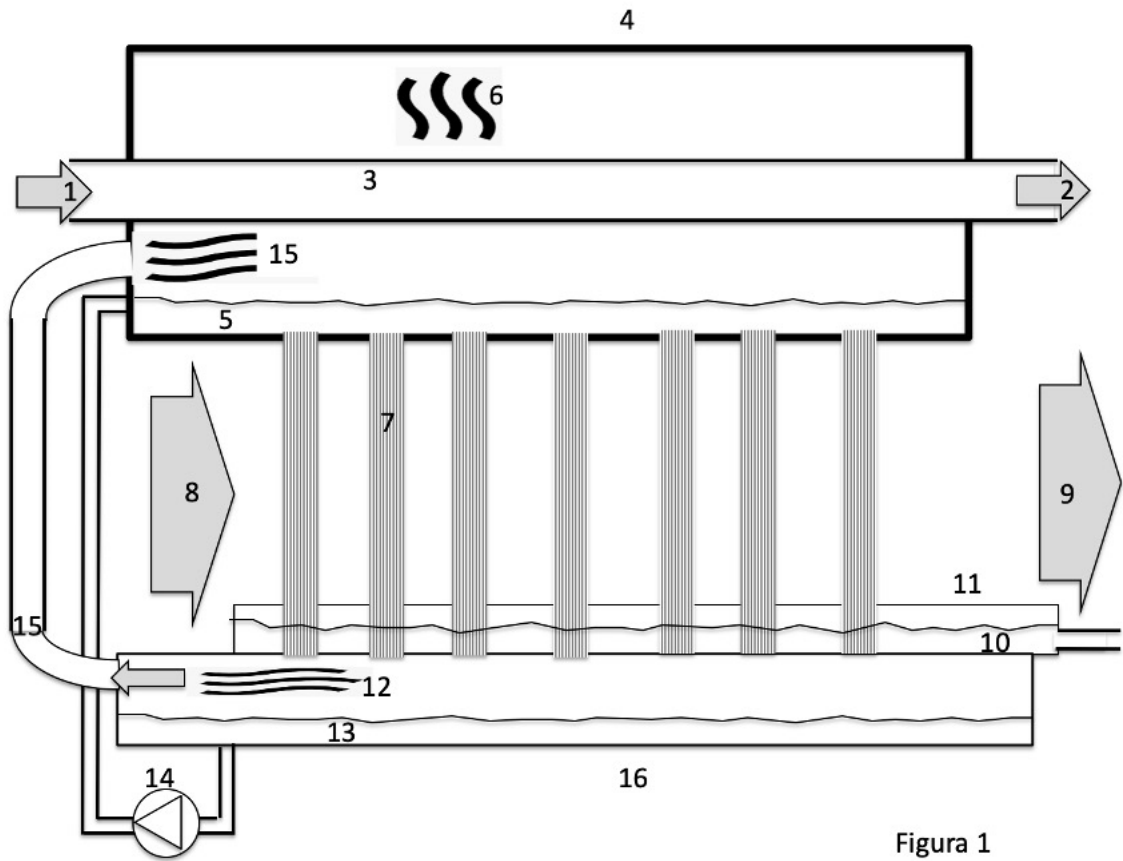


Figura 1

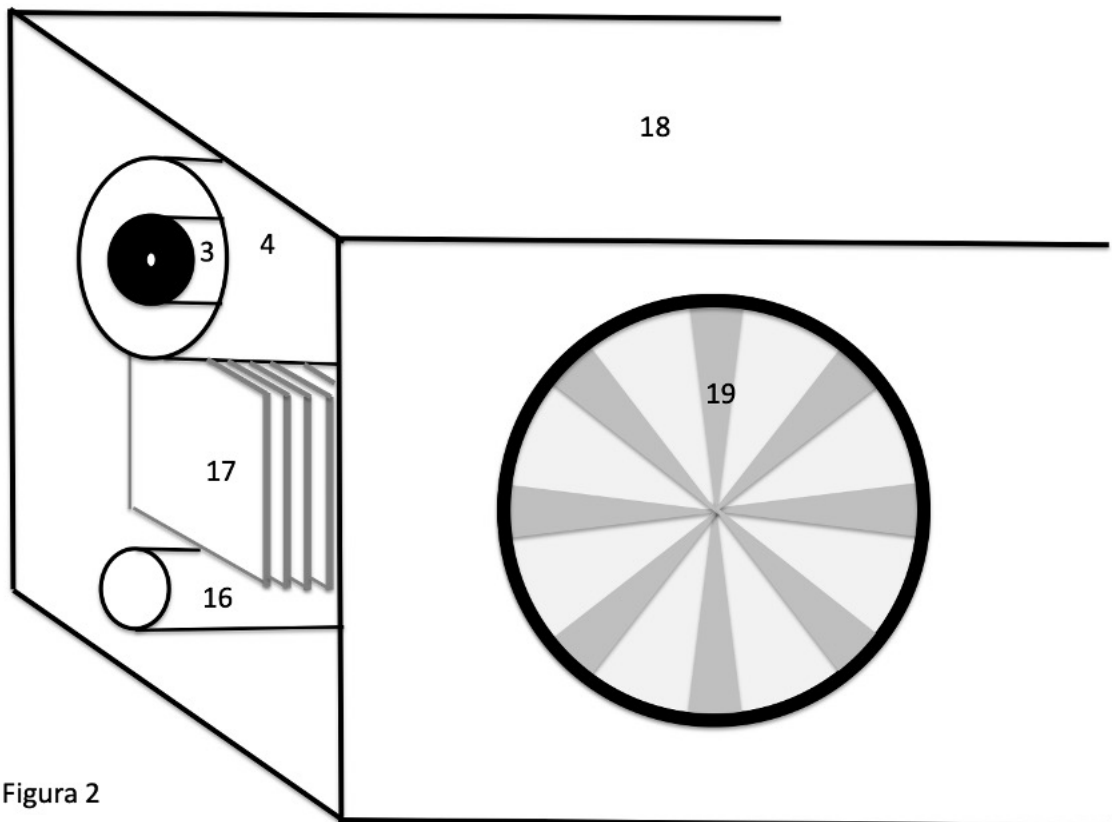


Figura 2

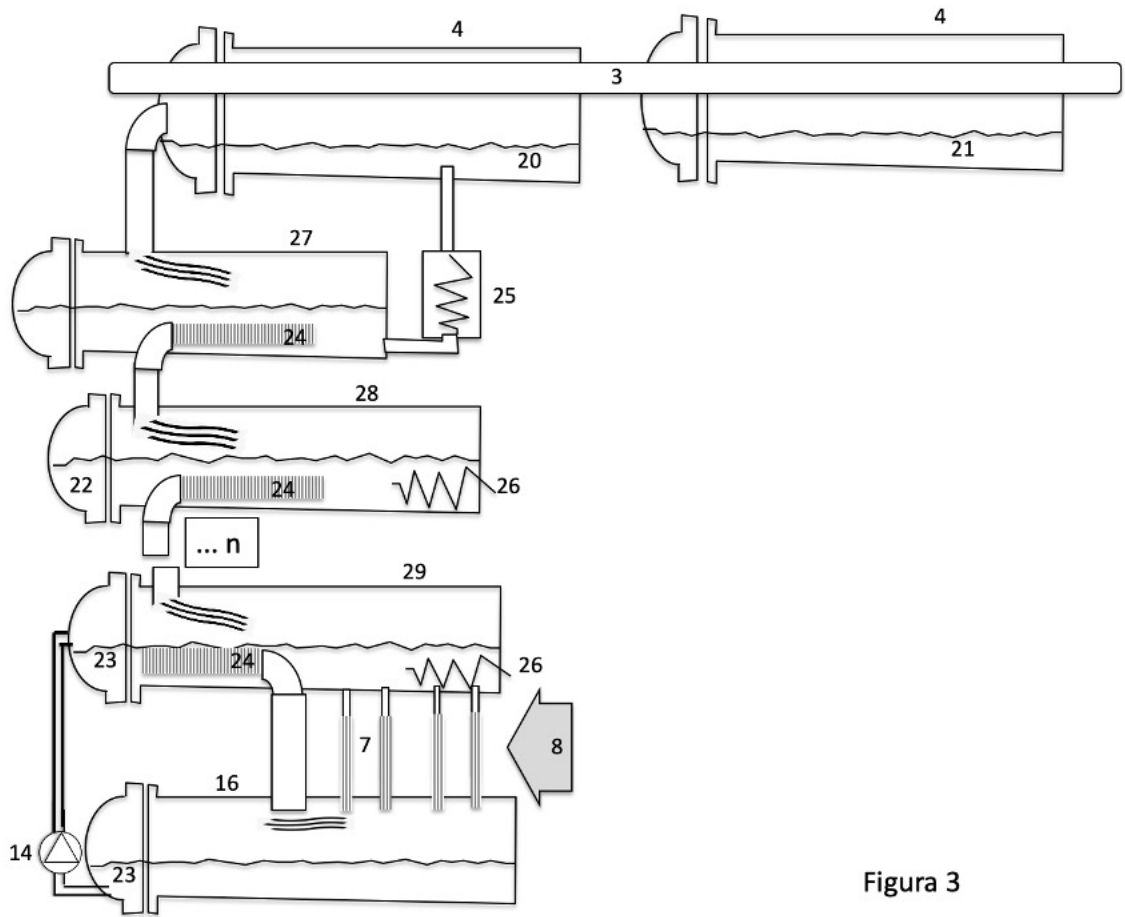


Figura 3