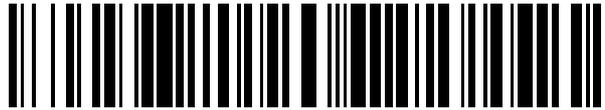


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 625**

51 Int. Cl.:

**F17C 7/04** (2006.01)

**F17C 9/02** (2006.01)

**G01N 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2011 E 11804730 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2652387**

54 Título: **Dispositivo de extracción y de vaporización de gas natural licuado**

30 Prioridad:

**13.12.2010 FR 1060417**

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

**14.09.2015**

73 Titular/es:

**OPTA PERIPH (100.0%)  
145, Avenue de la Division Leclerc  
95880 Enghien les Bains, FR**

72 Inventor/es:

**BARERE, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 545 625 T3**

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

**DESCRIPCION**

Dispositivo de extracción y de vaporización de gas natural licuado

5 La presente invención entra en el ámbito del muestreo de gas natural licuado (GNL).

De modo más particular, la invención se refiere a un dispositivo de muestreo.

10 Un dispositivo de este tipo encontrará una aplicación particularmente en la carga y descarga de metanero, los trenes de licuado, los recondensadores y todo dispositivo o procedimiento de muestreo representativo de GNL. Dicho dispositivo será utilizado con el fin de medir el poder calorífico superior de la muestra (a través de un cromatógrafo o calorímetro en línea), su índice de Wobbe, su composición para calcular la densidad de los estados líquido y gaseoso y para detectar eventuales contaminantes. En resumen, la invención permite la extracción de una muestra de gas para comprobar la calidad del mismo y calcular la energía en línea en caso de transferencias transaccionales.

15 De manera conocida, a efectos de su transporte, el gas natural es condensado en el estado líquido a través de un procedimiento criogénico mediante una temperatura del orden de -160 grados Celsius.

20 En estas condiciones aparecen unos problemas de aislamiento térmico. Los dispositivos conocidos disponen de unos medios de aislamiento utilizados generalmente en la criogénesis. Un ejemplo conocido de aislamiento consiste en envolver el dispositivo de muestreo en una envoltura de lana de vidrio con un espesor de varios milímetros, en particular 160 mm para un factor K de 18,7 milivatios por metro-kelvin. Sin embargo, un aislamiento de este tipo no resulta enteramente satisfactorio.

25 Con el fin de mejorarlo, también se ha concebido crear un vacío al nivel de la envoltura de la sonda de extracción. De este modo, la creación de vacío en dicha envoltura de sonda permite obtener un aislamiento térmico forzado con el fin de reducir los riesgos de fraccionamiento de gas. No obstante, esta solución no se libera completamente de las pérdidas por conducción y conexión. Además, esta técnica no evita nulamente las pérdidas por radiación.

30 Por otra parte, este grado de aislamiento térmico no es suficiente en el contexto del muestreo de GNL, de manera que presenta un riesgo de fraccionamiento de gas en la línea de extracción, sobre todo por motivo de una absorción de entalpía induciendo una temperatura de la muestra superior a la temperatura de subenfriamiento del GNL. En resumen, los dispositivos existentes presentan unas dificultades para la vaporización en un enlace completo de las moléculas de gas, ocasionando una representatividad errónea de los muestreos realizados y un error aleatorio fuera de límites, en el momento de los cálculos del poder calorífico superior y de las densidades de las fases líquida y gaseosa a partir de los cromatogramas obtenidos.

35 De hecho, en los dispositivos existentes a la salida de la sonda, el gas extraído es transportado a través de un serpentín calentado en su interior, siendo vaporizado brutalmente a lo largo del mismo. Por lo tanto no es posible controlar con exactitud la vaporización y limitar los riesgos de fraccionamiento.

40 De modo adicional, un serpentín de este tipo no asegura un control del cambio de fase líquida hacia gaseosa de la muestra extraída en unas condiciones de vaporización completa. Una fase mixta puede estar presente a la salida del serpentín, y una vez más no garantiza una vaporización completa de la muestra y los rendimientos requeridos por las normas en vigor, en particular la norma EN 12838: a saber, un error aleatorio inferior a 54 16.4561 Kj/Kg para el poder calorífico superior,  $18 \times 10^{-4}$  Kg/m<sup>3</sup> para la densidad de la muestra en fase gaseosa y 0.9 Kg/m<sup>3</sup> para la densidad de la muestra en fase líquida.

45 Un ejemplo de un dispositivo de extracción y de vaporización de gas natural licuado existente se describe en el documento US 2009/151427 y comprende una sonda de extracción situada en un extremo de un circuito que transporta el gas extraído hacia unos medios de medición a través de una cámara de vaporización. La muestra de gas extraída es evaporada entonces directamente con su presión de entrada en la cámara de vaporización, sin ninguna otra transformación de energía. Dicha vaporización provoca de manera inevitable un fraccionamiento. La presencia de este fraccionamiento es demostrada de modo explícito por la presencia de un acumulador capaz de almacenar los vapores de gas natural. Un acumulador de este tipo aspira a mezclar los vapores de gas a la salida de la vaporización con los vapores de gas existentes e ya almacenados. Se trata de una tentativa de homogenización para limitar el fraccionamiento que ha tenido lugar durante la vaporización.

50 Recordemos en este lugar que, cuando se produce un fraccionamiento, existe una presencia de fases mixtas de gas y de líquido. Dichas fases van a circular con velocidades diferentes. En particular, el nitrógeno y el metano van a evaporarse los primeros, produciendo unas bolsas de gas en la corriente de la fase líquida. Por lo tanto, la evaporación del residuo todavía líquido genera una medición más importante de los demás componentes, más pesados, con unas burbujas intermitentes de nitrógeno (N<sub>2</sub>) y de metano (CH<sub>4</sub>).

65

Por lo tanto, un dispositivo de este tipo provoca una irregularidad de la medición del nitrógeno que es uno de los principales contaminantes buscados y cuya proporción debe ser obtenida con precisión. Al contrario, el metano es el principal constituyente cuyo porcentaje también debe ser obtenido con certeza.

5 El acumulador interviene, por lo tanto, con el fin de homogeneizar las fases gaseosas posteriormente a la vaporización y el fraccionamiento. Sin embargo, la diferencia extrema de las masas moleculares de los diferentes componentes limita la posibilidad de homogenización para el nitrógeno y no puede obtener un rendimiento de 100% para el metano. Al final, la muestra gaseosa vaporizada se encuentra inevitablemente disociada, incluso después del paso en dicho acumulador.

10 De modo adicional, un reductor de flujo está previsto, seguido por unos medios de distensión, pero supone una disminución progresiva de la presión, pero fragiliza la fase líquida y provoca el fraccionamiento. En este caso, no es posible obtener una vaporización exenta de todo fraccionamiento.

15 Por otra parte, el circuito atraviesa dos llaves de paso y está rodeado de un tabique de metal no calorífugo que envuelve la caja de protección contra las chispas, en el interior de la cual están montados los cartuchos de calentamiento destinados para vaporizar la muestra. De manera inevitable, una disposición de este tipo genera unos puntos térmicos aguas arriba de la vaporización, ocasionando una absorción de entalpia no controlada. Dichas pérdidas térmicas inducen una temperatura de la muestra superior a la temperatura de subenfriamiento de GNL y provocan de modo inexorable un fraccionamiento de la muestra.

El documento US3487692 describe un dispositivo de vaporización de gas natural licuado sin fraccionamiento.

25 El documento DE 10056785 por su parte divulga la vaporización de líquidos en condiciones supercríticas a través de un venturi.

30 El objeto de la presente invención es paliar estos inconvenientes del estado de la técnica proponiendo un dispositivo de extracción y de vaporización de GNL que asegure una vaporización total de la muestra extraída de gas en condiciones supercríticas, a saber, a una temperatura de salida constantemente inferior a -130 grados Celsius (°C) y bajo una presión superior a 80 bar, de acuerdo con el principio establecido de la reivindicación independiente 1.

En estas condiciones, la invención permite controlar el cambio de fases líquida hacia gaseosa sin presencia de fase mixta que induce un fraccionamiento.

35 La transformación de fase en condiciones supercríticas requiere el mantenimiento de una presión suficiente para que la vaporización de gas se opere en fase densa sin fraccionamiento. En particular, para obtener una temperatura inferior a -130°C, la presión se mantiene a por lo menos 80 bar en el momento de la vaporización.

40 Así, esta etapa del paso del gas natural licuado a partir de su fase líquida hasta su fase gaseosa es realizada más allá del punto crítico, o « circondenbar » (a saber, el punto de rocío organico de GNL), de tal manera que genera un estado supercrítico del gas, a saber, que ya no existe una transición de fase entre el estado líquido y el estado gaseoso. En lo que se refiere al GNL, dicho punto crítico es alcanzado para una temperatura inferior a -130°C y una presión superior a 80 bar.

45 Para realizar esto, el dispositivo de acuerdo con la invención prevé utilizar el aumento del volumen de gas en el momento de su vaporización para conservar una presión superior a 80 bar.

50 Un dispositivo de este tipo comprende un circuito equipado en un extremo de medios de extracción de una muestra de dicho gas licuado y que transporta dicha muestra hacia unos medios de medición, comprendiendo dicho circuito asimismo unos medios de vaporización – los que atraviesa – de dicha muestra extraída.

55 Dicho dispositivo se caracteriza por el hecho de que dichos medios de vaporización se presentan en forma de por lo menos una cámara de vaporización que comprende sucesivamente a lo largo de dicho circuito una primera porción de sección convergente y una segunda porción de sección divergente conformadas de tal manera que vaporizan la totalidad de dicha muestra de gas, en condiciones supercríticas bajo una presión superior a 80 bar generada por la vaporización y sin fraccionamiento de dicha muestra.

60 Asimismo se caracteriza por el hecho de que dicha cámara de vaporización, a la entrada al nivel de dicha sección convergente, comprende un orificio con abertura variable, siendo dicho orificio dimensionado de tal modo que limita la presión de vaporización a un máximo de 90 bar en conjunción con un orificio fijo a la salida de la sección divergente.

65 Las secciones convergente y divergente de la invención no pueden ser asimiladas a un reductor de flujo, sino funcionan según el principio de un venturi. En resumen, la reducción de presión no es la consecuencia de una restricción provocada por un orificio, sino a una transformación de presión (energía potencial) en velocidad (energía cinética). De acuerdo con la expresión de Bernoulli, la presión de origen que reina en la cámara está alcanzando

entonces la tensión de vapor de saturación de GNL con una temperatura de -130 °C, o sea 5 atmósferas. A continuación, el aumento de la presión por encima del umbral requerido de 80 bar se obtiene como consecuencia del aumento del volumen de la muestra durante la transformación de la fase a partir del estado líquido hacia el estado gaseoso, siendo dicha transformación inducida por la transferencia de entalpia (en particular, una aportación calorífica superior a 650 Joules).

En consecuencia, dicha transformación se efectúa en unas condiciones supercríticas a una presión superior a 80 bar, permitiendo un análisis cromatográfico de la muestra que es completamente libre de fraccionamiento. Cabe señalar que el orificio previsto variable en el sentido de la presente invención, se distingue por el hecho de que está previsto para limitar la presión máxima a 90 bar.

Por otra parte, el dispositivo de acuerdo con la invención asegura un mantenimiento en fase líquida de la muestra hasta alcanzar su punto de vaporización. Para realizar esto, el circuito está integrado en el interior de una vaina sometida al vacío hasta a la salida de la cámara de vaporización.

En este sentido, de acuerdo con otras características adicionales, dichos medios de extracción se presentan bajo la forma de al menos una sonda, atravesada por dicho circuito, encerrada en una envoltura y equipada de medios de aislamiento térmico que comprenden unos medios de creación de un vacío en dicha envoltura con una presión inferior a 100 milibares.

De modo preferente, dichos medios de aislamiento comprenden una vaina sometida al vacío.

En particular, dichos medios de aislamiento comprenden una cubierta de dicha sonda, consistiendo dicha cubierta de un material de nanotubos.

Por lo tanto, el serpentín tiene como papel único el calentamiento del gas que ya se encuentra totalmente vaporizado en su entrada.

Ello se hace posible también por el hecho de que la invención mejora el aislamiento térmico de la sonda de extracción.

Por una parte, la vaina de sonda está sometida a una depresión en forma de un vacío forzado, mantenido por debajo de 100 milibares.

Por otra parte, esta creación de vacío en la vaina está acoplada con un aislamiento interno de dicha vaina por un material con estructura de nanotubos.

Por lo tanto, la presión residual baja minimiza los riesgos de aparición de puente térmico por conducción y convección mientras que el aislamiento con la estructura de nanotubos restringe las pérdidas por radiación. Esta combinación permite obtener una conductividad térmica aparente (factor K) inferior a 1 milivatio por metro-Kelvin. En consecuencia resulta ser posible controlar una absorción de entalpia inferior al grado de subenfriamiento y evitar cualquier riesgo de fraccionamiento en el interior del dispositivo de extracción.

De esta manera, la invención permite asegurar los rendimientos requeridos en conformidad con las normas en vigor, en particular la norma EN 12838 y las restricciones de errores aleatorios mencionados más arriba.

Otras características y ventajas de la invención resultarán de la descripción detallada siguiente de los modos de realización no limitativos de la invención, con referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

- la figura 1 representa un diagrama relacionado con los estados de transformación del gas natural licuado, que exprime la temperatura en grados Celcius (°C) de acuerdo con el eje de las abscisas, en función de la presión en bar de acuerdo con el eje de las ordenadas;
- la figura 2 es una vista en corte longitudinal de la totalidad del dispositivo de acuerdo con la invención;
- la figura 3 es una vista en corte longitudinal de un detalle de dicho dispositivo visible en la figura 2, que representa la cámara de vaporización y el serpentín de calentamiento de gas a la salida de la vaporización; y
- la figura 4 representa una vista de detalle la cámara de vaporización.

La invención se refiere al muestreo de gas natural licuado (GNL). En particular, la invención tiene como objeto la extracción de GNL a partir de un conducto, tal como un tubo o un gaseoducto, o bien unos medios de almacenamiento donde dicho gas se encuentra en un estado líquido, con el fin de vaporizarlo y efectuar unas análisis cualitativas y cuantitativas de dicha muestra que ha llegado en el estado gaseoso.

En particular, en el seno de su entorno donde será extraído, dicho GNL se encuentra a una temperatura de aproximadamente -160°C y a una presión de 1,5 a 18 bar.

La invención tiene pues como objeto la extracción de una muestra de GNL en las condiciones mencionadas, y su conservación en unas condiciones supercríticas en el momento de su vaporización.

5 A este efecto, la presente invención se refiere a un dispositivo 1 de extracción y de vaporización de gas natural licuado.

10 Un dispositivo de este tipo 1 comprende un circuito, en el interior del cual circulará dicha muestra en el estado líquido, desde su entorno de origen, particularmente en el interior de un conducto, hasta unos medios de medición de dicha muestra en el estado gaseoso después de su vaporización.

15 En este sentido, dichos medios de medición pueden consistir en unos aparatos que se encuentran en condiciones para medir el poder calorífico o índice de Wobbe de la muestra (por ejemplo un calorímetro, un cromatógrafo, un espectrofotómetro u otro tipo de analizador), así como su densidad o su composición.

20 Dicho circuito se compone de un primer segmento 3 y de un segundo segmento 30.

25 En primer lugar, el primer segmento 3 incorpora una sonda de extracción 4. Dicha sonda se compone de un tubo capilar armado 40, de una brida de fijación 2 de dicho tubo capilar armado 40 sobre el conducto donde el GNL es extraído y de una válvula criogénica de aislamiento 6 de dicho conducto que permite el desmontaje del segundo segmento 30, para una operación eventual de mantenimiento.

30 Dicha sonda 4, cuya entrada está orientada en el sentido del caudal en el conducto con el fin de evitar cualquier fraccionamiento por efecto vortex de la fase líquida, extrae un caudal de gas licuado bajo el efecto de la presión que reina en el interior del conducto, en particular de unos dos litros por hora.

35 En la salida de dicho primer segmento 3, el tubo capilar armado 40 es conectado con un tubo capilar de interfaz 5 de estado líquido y estado gas, que puede ser torcido o helicoidal. De modo adicional, dicho tubo capilar de interfaz 5 está conectado con una válvula criogénica 6. El mando de esta válvula se opera a través de un dispositivo criogénico que se compone de una varilla larga de manipulación accesible después del desmontaje de la brida del extremo 21.

40 La función de este tubo capilar de interfaz 5 será evitar una equipresión entre el conducto de gas natural licuado y la fase gaseosa que se generará aguas abajo.

45 De modo ventajoso, dicha sonda está equipada de medios de aislamiento térmico. Dichos medios están previstos con el fin de mantener una temperatura en el interior de dicho circuito inferior a  $-130^{\circ}\text{C}$ .

50 Para lograr esto, por una parte, dichos medios de aislamiento pueden comprender unos medios de puesta en depresión de dicho circuito a una presión llamada « absoluta », de modo preferible inferior a 100 milibares, particularmente a través de una bomba de vacío eléctrica o de un eyector de aire. En particular, los medios de aislamiento se presentan en la forma de una envoltura o vaina 7 hermética que envuelve dicho tubo capilar de interfaz 5 y cuyo espacio interior es sometido a un vacío forzado.

55 Por lo tanto, esta fuerte depresión permite limitar una absorción de entalpia inferior al grado de subenfriamiento y permite minimizar los puentes térmicos por conducción y convección.

60 Se debe señalar que una válvula 20 con cierre automático puede encontrarse en el interior de dicha envoltura 7 y que dicha válvula 20 es accionada a través del piloto 9 por un dispositivo externo, con el fin de aislar la caja de vaporización, en caso de un fallo de funcionamiento.

65 Además, de acuerdo con una característica adicional, la pared interna de la envoltura al vacío 7 puede estar provista de manguitos a través de un revestimiento con un material de aislamiento con estructura de nanotubos.

Un material de este tipo, con estructura de nanotubos, puede presentarse bajo la forma de hojas aislantes flexibles que se componen de un aerogel con nanoporos. En resumen, un aerogel de sílice es reforzado por unas fibras microscópicas, incluso nanoscópicas, que aseguran un aislamiento térmico para unas temperaturas comprendidas entre  $-200$  y  $-40^{\circ}\text{C}$ , con un espesor inferior a un centímetro. De modo adicional, un material aislante de este tipo es hidrófobo.

Con la ayuda de un revestimiento de este tipo, los medios de aislamiento permiten limitar las pérdidas por radiación a una conductividad térmica aparente (factor K) inferior a 1 milliwatt por metro-Kelvin.

Con un aislamiento de este tipo, la temperatura de la muestra en esta parte del circuito puede ser mantenida por debajo de  $-130^{\circ}\text{C}$ , temperatura favorable para la vaporización de la muestra en unas condiciones supercríticas.

## ES 2 545 625 T3

De modo ventajoso, la invención prevé superar el punto crítico del GNL de tal manera que la transformación del GNL hacia el estado gaseoso se opera en fase densa, sin fraccionamiento.

5 De acuerdo con el diagrama visible en la figura 1, estas condiciones están presentes más allá del punto de « circondenbar », identificado por 100, bien más allá del punto crítico, identificado por 101. Debajo de esta curva de la temperatura en función de la presión, el gas natural se encuentra en fase mixta, líquida y gaseosa. A la izquierda y por encima de la curva, el gas natural se encuentra en el estado líquido, mientras que se encuentra en un estado enteramente gaseoso a la derecha y por encima de dicha curva.

10 Por lo tanto, en el paso del punto 100, la transición de líquido a gaseoso se efectúa de modo entero, sin paso en fase mixta o fraccionamiento.

Cabe señalar que, de acuerdo con la figura 1, la flecha indica de modo aproximado en la curva el punto de entrada de la muestra de GNL en los medios de vaporización, a saber entre -160 y -130°C.

15 Para que se realice esto, dicho circuito, en particular dicho tubo capilar de interfaz 5, se prolonga a través de unos medios de vaporización de dicha muestra extraída.

20 Se hace constar que la temperatura inferior a -130°C asegura una fase 100% líquida a la entrada de dichos medios de vaporización.

Dichos medios de vaporización se presentan bajo la forma de por lo menos una cámara de vaporización 11. Dicha cámara ha sido desarrollada con el fin de controlar el cambio de fase líquida hacia gaseosa del GNL en condición supercrítica, para garantizar una vaporización completa de la muestra.

25 A la salida de dicha cámara de vaporización 11, el circuito se prolonga por unos medios de calentamiento 10 de la muestra de gas vaporizado.

30 Tal como está visible en el modo de realización de la figura 3, dichos medios de calentamiento 10 comprenden un serpentín chauffant 18, en la continuidad del serpentín 5 visible en la figura 2. Un serpentín de este tipo 18 puede estar constituido por un tubo de material metálico, tal como el acero inoxidable. Está rodeado por unos medios de calentamiento adaptados, en particular una caldera 17 rellena de polvo de cobre y que incorpora unas resistencias 19 eléctricas de calentamiento.

35 Dichos medios de calentamiento permiten mantener el circuito que los atraviesa y la muestra a la salida 20 del calentador de gas 10 a una temperatura positiva del orden de 65°C, para una temperatura de la muestra que sale de la cámara de vaporización, del orden de -50°C.

40 De modo adicional, dichos medios de calentamiento son aislados térmicamente y pueden disponer de un intercambiador 16 de temperatura ambiente, de manera que permiten una transferencia de entalpia hacia dicha cámara de vaporización 11 que está situada aguas arriba, para generar el calor latente de vaporización de la muestra.

45 En suma, dicho intercambiador 16 proporciona la parte más grande del calor latente que es transferido bajo forma de un flujo térmico que se desplaza a lo largo de las paredes de la caldera 17 y del circuito hasta la cámara de vaporización 11.

50 En particular, de acuerdo con el modo preferente de realización, dicho intercambiador puede ser del tipo de intercambiador con aletas y disponer de una superficie del orden de 90 cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, a la entrada de la cámara de vaporización 11, la temperatura de la muestra es de -130°C, mientras que alcanza -50°C a la salida de esta cámara posteriormente a un cambio de fase y una temperatura de + 65°C a la salida del calentador de gas 10 constituido por la caldera 17.

55 En este sentido, dicha cámara de vaporización 11, que está representada en detalle en la figura 4, comprende sucesivamente a lo largo de dicho circuito una primera porción 12 de sección convergente y una segunda porción 13 de sección divergente. En suma, al nivel de la cámara de vaporización, dicho circuito va estrechándose al nivel de la primera porción 12 y va ensanchándose al nivel de la segunda porción 13. Por lo tanto, la cámara de vaporización se asemeja a una especie de « venturi ».

60 De modo más particular, la primera 12 y la segunda 13 de las porciones están conformadas de tal manera que vaporizan la totalidad de dicha muestra de gas, en condiciones supercríticas y sin fraccionamiento de dicha muestra.

65 Tal como ha sido evocado de modo precedente, dicha primera porción 12 es sometida a la temperatura de la muestra inferior a -130°C y, posteriormente a la entalpia transferida por dicho intercambiador de temperatura 16 y el

serpentin 5 aguas abajo, es llevada a una temperatura de  $-50^{\circ}\text{C}$  que corresponde al extremo de la envolvente de fase mixta en fig. 1.

5 Por lo tanto, los efectos combinados de la distensión al nivel del orificio con abertura variable 14, de la transformación de energía potencial en energía cinética de la muestra bajo el efecto de la convergencia cuando entra en la primera porción 12 y de la transferencia de entalpía que proviene de los medios de calentamiento a la salida de la cámara de vaporización 11, provocan una vaporización total de la muestra de gas.

10 Cabe señalar que, sin esta transferencia de entalpía, la presión en el interior de la cámara de vaporización tendería hacia la tensión de vapor de saturación del GNL, a saber, aproximadamente 5 atmósferas con una temperatura de  $-130^{\circ}\text{C}$ . No obstante, la transferencia de entalpía se traduce por una aportación calorífica superior a 650 Joules, lo que excede el valor requerido, o sea el calor latente, para provocar la vaporización completa de la muestra contenida en la cámara de vaporización.

15 Dicha transformación de la fase líquida en fase gaseosa produce un aumento del volumen de acuerdo con la proporción 1:650, aumentando la presión en el interior de la cámara de vaporización.

20 Si la salida de dicha cámara estaba cerrada, la presión interna provocada aumentaría hasta 3250 bar, o sea 650 veces la presión de saturación. Es por este motivo que, a la salida del cono divergente de la cámara de vaporización 11, está previsto un orificio fijo 16 dimensionado de tal manera que limita la presión a 90 bar en la cámara de vaporización en conjunción con el orificio variable 14.

25 Entonces, se debe señalar el hecho de que la presión en la totalidad de la cámara de vaporización no baja nunca por debajo de 80 bar cuando la temperatura de la muestra de GNL está por debajo de  $-130^{\circ}\text{C}$ , conservando las condiciones supercríticas mejorando la vaporización.

30 De acuerdo con la invención, también puede estar previsto incorporar al nivel de la entrada de la sección convergente 12 de la cámara de vaporización 11, un orificio 14 con abertura variable, particularmente a través de un resorte ajustable 15, con el fin de limitar la presión en la cámara de vaporización tal como ha sido indicado anteriormente, y combinar la transformación de líquido a gas debida a la aportación calorífica precipitada con una distensión acentuando la vaporización del líquido al nivel del convergente.

35 Cabe señalar que dicha abertura está prevista de modo ajustable, de tal manera que administra la cantidad y el caudal de GNL que pasa por dicho orificio 14 con abertura variable, que nunca está completamente cerrado.

Por lo tanto, un orificio de este tipo, con abertura variable 14, asegura dos funciones: la limitación de la presión y la distensión del gas a la entrada de la sección convergente 12, con el fin de iniciar el proceso de vaporización.

40 Por otra parte, una válvula de regulación del caudal masivo del gas vaporizado está prevista aguas abajo del dispositivo 1: si la temperatura a la entrada de la cámara de vaporización sube y excede el umbral de  $-130^{\circ}\text{C}$ , el valor teórico del regulador de caudal masivo que pilota esta válvula, alrededor de un valor medio de 1000 NI/h, es aumentado hasta 1 500 NI/h.

45 Cabe señalar que este aumento de temperatura puede ser causado por una muestra que, de modo anormal, se compone de unos elementos más pesados o bien por un descenso de la presión del entorno inicial, por ejemplo una presión de línea inferior a 2 bar.

50 Dicho aumento del caudal es mantenido hasta que la temperatura haya alcanzado otra vez un valor por debajo de  $-130^{\circ}\text{C}$ .

55 En este sentido, unos medios específicos de medición de la temperatura son establecidos, en particular una sonda de medición de temperatura con extensión criogénica (con el fin de no generar entalpía) se monta aguas arriba a la proximidad inmediata de la cámara de vaporización con el fin de medir la temperatura crítica de  $-130^{\circ}\text{C}$  prevista en este lugar.

Asimismo, las temperaturas en el interior y a la salida del calentador de gas 10, así como la potencia eléctrica consumida por las resistencias eléctricas del propio calentador, son medidas para asegurar las funciones de regulación, validación y seguridad del conjunto del dispositivo.

60 Unos valores experimentales han sido obtenidos en el curso de la licuación bajo argón líquido de una muestra de gas natural, y después su vaporización.

65 Entre estas mediciones experimentales, la entalpía absorbida por el GNL en su punto de extracción hasta la cámara de vaporización, o sea 4462 J/kg, queda bastante inferior al grado de subenfriamiento autorizado, a saber, un máximo de 27000 J/kg.

Por supuesto, la invención no está limitada a los ejemplos ilustrados y descritos con anterioridad, que pueden presentar unas variantes y modificaciones sin tener que salir, por ello, del marco de la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo (1) de extracción y de vaporización de gas natural licuado, comprendiendo un circuito que está equipado en un extremo de unos medios para la extracción (4) de una muestra de dicho gas licuado y para el transporte de dicha muestra hacia unos medios de medición, comprendiendo dicho circuito también unos medios de vaporización de dicha muestra extraída – pasando a través de dichos últimos medios - que se presentan bajo la forma de al menos una cámara de vaporización (11), a la salida de la cual el circuito se prolonga a través de unos medios de calentamiento (10) de la muestra de gas vaporizado, siendo dicho dispositivo (1) caracterizado por el hecho de que dicha cámara de vaporización (11) comprende sucesivamente a lo largo de dicho circuito una primera porción de sección convergente (12) y una segunda porción de sección divergente (13) que están conformadas de tal manera que vaporizan la totalidad de dicha muestra de gas, en unas condiciones supercríticas bajo una presión superior a 80 bar generada por la vaporización y sin fraccionamiento de dicha muestra, y por el hecho de que dicha cámara de vaporización (11) comprende, a la entrada al nivel de dicha sección convergente (12), un orificio (14) con abertura variable, siendo dicho orificio (14) dimensionado de tal manera que limita la presión de vaporización a un máximo de 90 bar en la cámara de vaporización (11) en conjunción con un orificio fijo a la salida de la sección divergente (13).
- 20 2. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichos medios de extracción (4) se presentan bajo la forma de al menos una sonda, atravesada por dicho circuito, encerrada en una envoltura y equipada de medios de aislamiento térmico que comprenden unos medios para someter dicha envoltura al vacío a una presión inferior a 100 millibar.
- 25 3. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dichos medios de aislamiento comprenden una vaina en vacío (7).
4. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por el hecho de que dichos medios de aislamiento comprenden una cubierta de dicha sonda, consistiendo dicha cubierta de un material de nanotubos.

FIG. 1

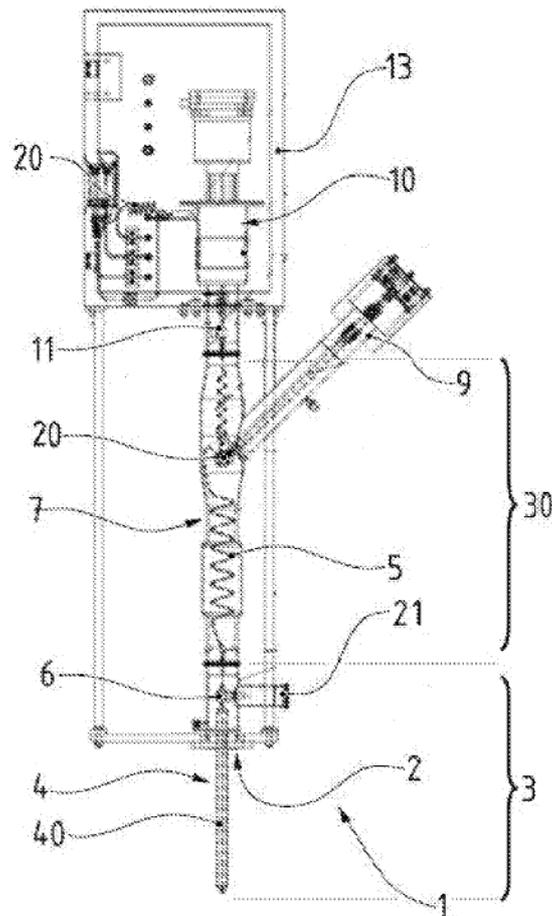
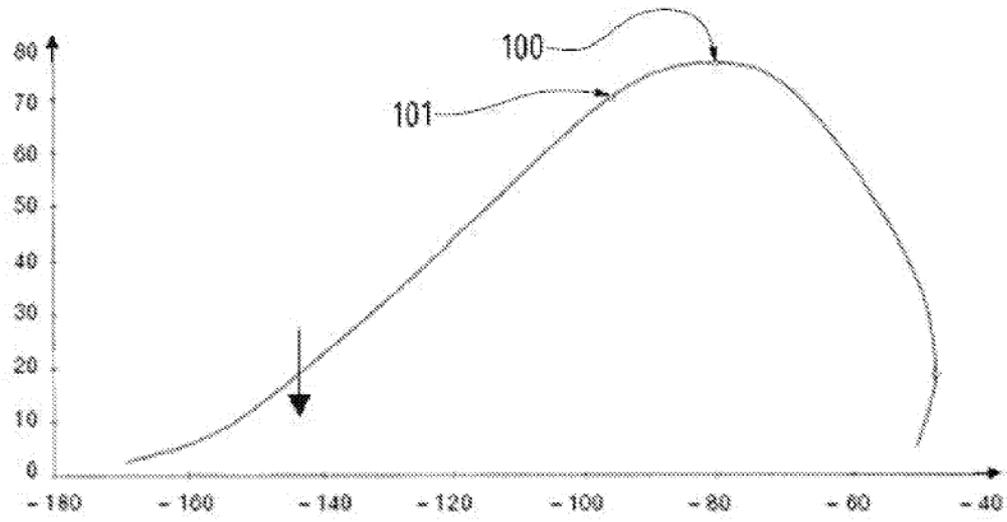


FIG. 2

