

375722



P.- 43.740

P 6324 Sp.

Memoria descriptiva

PAIS	HOLANDA
CLASIFICACION	F-17
SUBCLASE	C

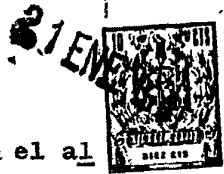
para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ N.V.

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en Carel van Bylandtlaan 30, La Haya, Holanda

por: "UN METODO DE ALMACENAR MATERIAL NORMALMENTE GASEOSO"
(Clase Internacional F17c)



Este invento se refiere a: un sistema para el al
 macenamiento de gas, y en particular al almacenamiento tem
 poral de gas natural.

5 La velocidad de consumo de los recursos de pro-
 ducción de energía, tales como de carbón, de petróleo, y
 de gas, fluctúan entre límites amplios, y han de tomarse
 medidas para el almacenamiento de cualquier exceso de es-
 tos recursos en los periodos de bajo consumo y para suple
 mentar la cantidad que se suministra cuando el consumo es
 10 alto. El gas presenta problemas particulares por cuanto
 el almacenamiento principal es voluminoso, ya que el con-
 sumidor toma usualmente de una red de suministro común, y
 no almacena por sí mismo el gas. Con objeto de hacer el
 mejor uso posible, desde el punto de vista económico, de
 15 la fuente y de las canalizaciones que intervienen en un
 sistema de distribución de gas natural (es decir, en un
 sistema para la distribución de los gases que frecuente-
 mente, aunque no exclusivamente, se encuentran asociados
 con las rocas que contienen petróleo, y consistentes prin
 cipalmente en metano), es usual determinar la demanda que
 20 se ha de satisfacer y diseñar luego el sistema productor
 de gas de modo que la salida de gas se mantenga a una ve
 locidad constante, variando la presión de gas en las ca-
 nalizaciones de acuerdo con la demanda, pero sin exceder
 25 de la presión de trabajo segura en las canalizaciones.

En una red de distribución de gas natural, es
 una práctica usual emplear una canalización de tubería -
 de alta presión desde la fuente a las áreas principales de
 consumo. Pueden proveerse bombas en diversos puntos a lo
 30 largo de la canalización, para asegurar que se mantiene

21 EN



una presión convenientemente alta. Desde esta "arteria" o canalización principal, parten ramificaciones de "tomas" o tuberías de alimentación de presión más baja, para suministrar a los consumidores individuales. Las presiones en la cabeza de pozo pueden variar entre límites amplios, y es usual controlar la presión del gas que entra en la canalización principal. Actualmente la presión en las canalizaciones principales se mantiene usualmente en un valor máximo de unas 30 atmósferas. Tales presiones corresponden a los periodos de más bajo consumo, mientras que cuando aumenta el consumo la presión puede disminuir hasta tan solo 12 atmósferas. Estos son valores medios y, aunque pueden variar dependiendo de la fuente, de las condiciones locales, etc, el principio en que se basa el invento sigue siendo válido, y ha de quedar entendido que los valores de las presiones aquí indicados se incluyen únicamente a modo de ejemplo, y no de limitación. Debido a las fluctuaciones en la presión de gas, resultantes de la variación en el régimen al que toman gas los consumidores, suelen tomarse medidas para "descrestar" el suministro de gas natural cuando el consumo es bajo (es decir, para altas presiones de gas), retirando parte del gas que hay en la canalización, usualmente por licuefacción, y almacenándolo para volverlo a gasificar y distribuirlo en la red durante los periodos de alto consumo. En las técnicas usuales para "descrestar" se suelen emplear sistemas de refrigeración en los cuales el gas es sometido a alta presión, y es vaporizado cuando se requiere. Tales métodos son bastante costosos.

30 Se ha comprobado ahora que es posible proporcionar



nar un método de almacenamiento relativamente sencillo, en particular para el almacenamiento a corto plazo de gas natural, que puede hacerse que responda automáticamente a la demanda de los consumidores y sea controlado automáticamente por ésta. En el método se hace uso del hecho de que, como es bien sabido, el punto de ebullición de un gas licuado no es constante, sino que depende de la presión aplicada al mismo. El método del invento consiste esencialmente en exponer el gas a una temperatura tal que a las altas presiones que se aplican en la canalización en los momentos de bajo consumo, parte del mismo se licúe, pero que a las bajas presiones existentes durante los periodos de gran demanda, el gas natural licuado se vaporice y pase a los consumidores.

Como se ha mencionado anteriormente, es usual trabajar de tal modo que la presión de gas en las canalizaciones principales sea del orden de 30 atmósferas en los periodos de baja demanda, y a esa presión el punto de ebullición del gas natural (el cual consiste principalmente en metano, juntamente con una pequeña proporción de otros hidrocarburos de más alto peso molecular - principalmente hidrocarburos que tienen de dos a cinco carbonos en su cadena) es de aproximadamente 175° K. Enfriando el gas natural hasta una temperatura de unos 165° K, a una presión de unas 30 atmósferas, el mismo estará a una temperatura inferior al punto de ebullición de los hidrocarburos de que está constituido y, por consiguiente, el gas se licuará. Recíprocamente, cuando aumenta el consumo de gas, de modo que la presión en la canalización principal disminuye hasta un nivel tal que el punto de ebullición del gas

21 EN



licuado es inferior a 165° K, el mismo se vaporizará, y el gas así generado puede ser alimentado a la canalización de distribución. A una presión de 12 atmosferas, por ejemplo, el punto de ebullición del gas natural es aproximadamente 155° K.

El mantenimiento de una temperatura entre los puntos de ebullición máximo y mínimo del gas, en las condiciones de presión que son de esperar en cualquier sistema de suministro, puede lograrse, por ejemplo, mediante la provisión de medios de refrigeración convenientemente controlados, pero se prefiere usar como medio de refrigeración una sustancia que tenga una temperatura de transición de fase (preferiblemente una temperatura de transición de fase de sólido a líquido, es decir, un punto de fusión) comprendida entre los puntos de ebullición máximo y mínimo antes mencionados. Preferiblemente la temperatura de transición de fase del medio de refrigeración (por comodidad, en lo que sigue se designará a este medio de refrigeración como el "medio criógeno") estará aproximadamente hacia la mitad del intervalo entre los puntos de ebullición del gas natural a las presiones máxima y mínima que son de esperar. Mediante el uso de tal medio criógeno, puede crearse una situación sustancialmente reversible en que las ganancias y pérdidas de calor que traen consigo los cambios de estado físico a una temperatura constante, los llamados cambios de calor latente, pueden ser utilizadas de modo que, en condiciones de bajo consumo, cuando la presión en la canalización es alta, el gas, procedente de la canalización, que está en contacto de transferencia de calor con el medio criógeno en una fa

375722

SECRET



se es licuado, cediendo calor en el proceso al medio criógeno de modo que este cambia también su fase; y cuando luego disminuye la presión en la canalización durante un período de alto consumo, parte al menos del gas licuado almacenado se vaporiza, robando calor al medio criógeno, que con ello es enfriado y convertido de nuevo a su estado original.

En consecuencia, el invento proporciona un método para almacenar material normalmente gaseoso, o sea, material que está en estado gaseoso a la temperatura y a la presión ambiente, que comprende las operaciones de llevar el material gaseoso, a una primera presión más alta, a relación de intercambio de calor con un medio criógeno a una temperatura inferior al punto de ebullición del material gaseoso que está a la presión más alta, con lo que parte o la totalidad del material gaseoso es licuado, y disminuir luego la presión en el material normalmente gaseoso licuado, hasta una segunda presión más baja, para la cual su punto de ebullición es inferior a la temperatura del medio criógeno, con lo que el material normalmente gaseoso vuelve a vaporizarse.

Una temperatura de transición de fase del medio criógeno, preferiblemente su punto de fusión, está comprendida preferiblemente entre el punto de ebullición del gas a la presión de condensación y su punto de ebullición a la presión más alta a la cual es vaporizado.

Se apreciará que, aunque en la primera parte de esta Memoria Descriptiva, se ha hecho resaltar la aplicación del invento a los sistemas de distribución de gas natural (es decir, de gas de hidrocarburos), y en particular

21 ENE



a la distribución en gran escala de este gas, el invento puede utilizarse igualmente con cualquier sistema de distribución de gas por el que se transporte un gas que se condense o vaporice a diferentes temperaturas, dependiendo de la presión ejercida sobre el mismo. La selección de un medio criógeno que tenga una temperatura de transición de fase comprendida entre los puntos de ebullición ofrece pocas dificultades para un experto en la técnica. Cuando el gas es un gas natural, los puntos de ebullición a que se ha hecho referencia serán usualmente los correspondientes a las presiones de aproximadamente 30 y 12 atmósferas, cuando los puntos de ebullición del componente metano son respectivamente de aproximadamente 175° K y 155° K. Un medio criógeno especialmente adecuado para este fin es uno que tenga un punto de fusión de 160° a 170° K.

El invento proporciona además un aparato que puede ser empleado en la puesta en práctica de un método de almacenamiento como el descrito en lo que antecede.

Este aparato consiste esencialmente en medios para llevar a un gas a relación de intercambio de calor con un medio criógeno, con lo que el gas es enfriado hasta llevarlo a la fase líquida, por transferencia de calor desde el mismo al medio criógeno. Convenientemente, el medio criógeno es tal que, como consecuencia de esa transferencia de calor, experimenta un cambio de fase, preferiblemente de sólido a líquido.

En una realización de este invento, un dispositivo para el almacenamiento de gas combustible, que responde a la demanda de los consumidores, controlado por la presión del gas en el sistema de distribución, comprende

21 ENE



un área de almacenamiento para el gas licuado, por ejemplo uno o más tubos que se ramifican (convenientemente en dirección hacia abajo, de modo que se produzca recogida del gas licuado por gravedad) desde una canalización principal, estando rodeada dicha área de almacenamiento, al menos en parte, por un medio criógeno que está aproximadamente a la temperatura de su punto de congelación. El medio criógeno, que puede ser por ejemplo un hidrocarburo, tiene su punto de congelación aproximadamente hacia la mitad del intervalo entre los puntos de ebullición del gas contenido en el sistema, a las presiones extremas que normalmente se producen en la canalización principal en ese punto. Para conseguir que se pierda la mínima cantidad posible del calor que se intercambia entre el gas y el medio criógeno, es deseable que las paredes exteriores del recipiente para el medio criógeno sean aislantes. En algunos casos esta parte del propio recipiente puede ser fabricada de un material aislante, por ejemplo de poliuretano esponjado, o de algún otro aislante que pueda ser o hacerse impermeable al medio criógeno, o bien puede ser una envuelta, por ejemplo de metal, sobre la que se fija el aislante o que se recubre con éste. Dado que pueden producirse cambios de presión considerables en la canalización principal y en el área del almacenamiento, se cuidará de asegurar que las fugas del gas a ser almacenado se reducen al mínimo, y preferiblemente se evitan. El área de almacenamiento, por lo tanto, consiste preferiblemente en un recinto que puede ser hecho hermético a los gases.

El gas en un sistema de distribución estará normalmente a una temperatura que se aproxima mucho a la am



biente, y la diferencia entre esa temperatura y la del medio criógeno será usualmente tan grande que la cantidad de calor requerido por el medio criógeno para completar su cambio de fase se conseguirá mientras se está enfriando la masa del gas, y antes de que se haya condensado una parte considerable del mismo. Para disminuir la diferencia de temperaturas entre el gas y el medio criógeno, cuando estos entran en contacto, preferimos efectuar una refrigeración previa del gas, por medio de un sistema de almacenamiento e intercambio de calor entre la canalización principal y el almacén de medio criógeno.

De acuerdo con otro aspecto del presente invento, por consiguiente, un dispositivo para almacenamiento de gas que responde a la demanda por los consumidores, controlado por la presión del gas en un sistema de distribución, comprende unos primeros medios de refrigeración, los cuales disminuyen la temperatura de una cantidad de gas procedente del sistema de distribución, de modo que se facilite su licuefacción por unos segundos medios de refrigeración que son un sistema de intercambio de calor de medio criógeno que comprende un dispositivo mediante el cual el gas enfriado es llevado a relación de intercambio de calor con un medio criógeno adecuado, a una temperatura inferior a su temperatura de transición de fase, estando ésta, aproximadamente, hacia la mitad del intervalo entre los puntos de ebullición del gas a las presiones máxima y mínima que se producen en ese punto en el sistema. Cuando, como consecuencia de ser reducida la presión, el gas licuado se vuelve a vaporizar, usando el calor tomado del medio criógeno y haciendo que este último vuelva a su fa



se original "fría", el gas pasa de nuevo a través del refrigerador previo donde es calentado a la vez que vuelve a enfriar simultáneamente el refrigerador previo.

5 Se ha hecho ya mención de la presencia ocasional en el gas natural de componentes de hidrocarburos de peso molecular más alto, los cuales tienen temperaturas de ebullición más altas que la del metano que constituye la parte principal del gas. Por consiguiente, en la fase de vaporización del método del invento, el metano hierve bastante
10 más rápidamente que esos constituyentes de más alto punto de ebullición, y hay una tendencia que los mismos permanezcan en la fase líquida e interfieran con el posterior funcionamiento eficaz del aparato de almacenamiento. Puede ser por tanto ventajoso someter el gas natural, que contiene
15 cualesquiera constituyentes no deseables de más alto punto de ebullición, a un tratamiento previo mediante el cual puedan ser aquéllos eliminados. Tal tratamiento previo puede implicar, por ejemplo, una fase de refrigeración.

Al emplear un tratamiento previo para el gas natural, se ha usado satisfactoriamente unos primeros medios de refrigeración, como se ha indicado en lo que antecede, situados antes del componente criógeno del sistema; estando dispuestos los primeros medios de refrigeración - los
20 cuales pueden ser, por ejemplo, un lecho de gravilla - de modo que los constituyentes condensados de más alto punto de ebullición caigan a un colector o a otro dispositivo de recogida de líquido, pasando el metano enfriado, como antes, hasta llegar a relación de intercambio de calor con el medio criógeno. Alternativamente, el refrigerador previo
25 puede contener dispositivos de recogida de líquido que
30



5 pueden tener, por ejemplo, forma de copa, o que pueden consistir en cinta metálica ondulada dispuesta en bandejas de recogida de líquido (por ejemplo, relleno de Frankl), o bien el refrigerador previo puede contener un material poroso que absorba los hidrocarburos más pesados condensados.

10 Como se ha indicado antes en esta Memoria Descriptiva, parte o la totalidad del equipo usado en el sistema de almacenamiento de gas, puede estar aislado en la medida que se considere necesario. Debido a la naturaleza compacta y de tamaño relativamente pequeño, en potencia, de las unidades del presente invento, éstas pueden hacerse transportables y, por lo tanto, suficientemente móviles para poderlas usar para satisfacer necesidades temporales o, posiblemente, como medio para facilitar el transporte de gases en barcos en forma líquida, y volverlos a vaporizar cuando hayan de ser suministrados.

20 Por ejemplo, está previsto que una unidad de almacenamiento de acuerdo con el invento pueda ser usada para licuar gas en las proximidades de una fuente de gas, por ejemplo, en la cabeza de pozo, y que el gas licuado pueda ser luego transportado a una estación adecuada de suministro al consumidor donde, por reducción de la presión, se produzca la evaporación del gas licuado y como consecuencia el enfriamiento del medio criógeno, el cual podría ser usado luego para licuar otro suministro de gas a alta presión.

30 Las presiones de gas en la cabeza de pozo son corrientemente del orden de 70 atmósferas o superiores, de modo que puede emplearse un medio criógeno que tenga una



temperatura de transición de fase superior al punto de
ebullición del gas natural a esa presión, pero inferior
al punto de ebullición a la presión a la cual ha de ser
suministrado el gas al consumidor (la cual puede variar
5 entre límites amplios dependiendo, entre otros factores,
de la distancia desde el lugar en que produzca la vapori-
zación hasta el consumidor, y de la presión de alimenta-
ción requerida).

El diseño del aparato en el cual tiene lugar la
10 licuefacción y el almacenamiento del gas, tendrá efecto
en el rendimiento total del sistema, ya que algunas for-
mas de intercambiador de calor son más eficaces que otras
para producir la rápida transferencia de calor al medio crió-
geno y desde éste, por ofrecer una mayor superficie y per-
15 mitir que el medio criógeno permanezca en contacto con la
superficie durante su cambio de fase y después de éste. Ri-
gen para esto las reglas usuales referentes a las técnicas
de intercambio de calor. Así, el material de la membrana,
o superficie de intercambio de calor entre el gas y el me-
20 dio criógeno, deberá ser de una conductividad térmica tan
alta como sea posible, a fin de facilitar la transferencia
de calor a través de la misma. Deben tomarse medidas, del
modo usual, para evitar que cualquier diferencia de presio-
nes que pueda producirse entre el gas y el medio criógeno
25 produzca la perforación del intercambiador de calor, con
la consiguiente contaminación de los diversos materiales
afectados. Como ejemplos de unidades de intercambio de ca-
lor de acuerdo con lo que antecede, que tienen preferible-
mente las superficies entre el gas y el medio criógeno he-
30 chas de un metal tal como de cobre, se incluye aquellas en

21 ENE 1970



las que el gas está contenido dentro de un espacio rodea-
do casi por completo por el medio criógeno, o, a la in-
versa, en las que el gas pasa sobre y alrededor de la su-
perficie de uno o más recipientes en los que está alma-
cenado el medio criógeno. También han de tomarse medidas
para evitar que el condensado, ya sean condensados no de-
seables o, posiblemente, gas licuado para almacenamiento
por separado, sea extraído del espacio de almacenamiento
o del refrigerador previo.

Debido a las temperaturas muy bajas a las que
trabajan, y al hecho de que no es posible conseguir un
aislamiento perfecto, juntamente con el hecho de que los
ciclos de cambio de fase implicados no serán totalmente
reversibles termodinámicamente, los sistemas de "descres-
tar" del presente invento tenderán a usar el "frío" del
medio criógeno, estando el gas que pasa al sistema de su-
ministro, desde el dispositivo de almacenamiento, bastan-
te más frío que cuando entró en el mismo, y, por consi-
guiente, puede ser necesario tener que enfriar de vez en
cuando el medio criógeno, y posiblemente el refrigerador
previo, hasta una temperatura inferior a su temperatura
de cambio de fase. Este enfriamiento se efectuará del mo-
do más conveniente mediante la introducción en el área de
almacenamiento de gas licuado desde alguna fuente exterior,
de modo que el medio criógeno sea enfriado hasta una tem-
peratura convenientemente baja.

Aunque la elección del medio criógeno depende
de la consideración del cambio de fase que se vaya a usar,
y de la temperatura para el cambio de fase requerido, la
cual depende a su vez del tipo de gas a ser almacenado y

375722

21E



del margen en el cual puede variar la presión del gas, se ha encontrado que para una unidad a ser usada para el "descrestado" de gas natural, en una red de distribución que trabaje a presiones máxima y mínima, en la canalización, del orden de 30 y de 12 atmósferas respectivamente, es particularmente adecuado el iso-octano, el cual tiene un punto de fusión de aproximadamente 165°K.

Cuando la temperatura de cambio de fase seleccionada del medio criógeno es su punto de ebullición, su temperatura de cambio de fase puede ser alterada, o "adaptada" a los requisitos particulares del sistema, poniendo bajo presión su recipiente. Por ejemplo, mediante uso de un equipo convenientemente puesto bajo presión, puede usarse el propio gas natural como medio criógeno.

En los dibujos que se acompañan, en los cuales se ilustra el invento:

La Fig. 1 ilustra una disposición esquemática de las diversas partes de un sistema de distribución de gas, en el que se ha previsto el "descrestado" de acuerdo con el invento;

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un corte vertical de una realización de una unidad de almacenamiento e intercambio de calor latente;

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un corte vertical de una realización modificada de una unidad de almacenamiento e intercambio de calor latente;

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un corte vertical de otra realización modificada de una unidad de almacenamiento e intercambio de calor latente;

La Fig. 5 es una vista en corte parcial para



ilustrar esquemáticamente la colocación, de un dispositi-
 vo de acuerdo con el invento sobre un buque tanque amarra-
 do en una cabeza de pozo de gas natural, mar adentro;

La Fig. 6 ilustra, en vista en planta, una sec-
 5 ción horizontal I-I del aparato de la Fig. 4.

En la Fig. 1 el número de referencia 1 indica
 la canalización de tubería del sistema de suministro de
 gas, 2 es la unidad de refrigerador previo y 3 es una uni-
 dad de almacenamiento e intercambio de calor latente. El
 10 número 4 indica esquemáticamente la fuente de gas y el
 número 5 el consumidor o el área de consumidores.

En la Fig. 2, el número 6 es la superficie de
 intercambio de calor que actúa como recipiente para gas
 licuado y como una pared del recipiente 9 para el medio
 15 criógeno; el número 7 representa una espita que permite
 vaciar del almacén el condensado no deseable, y a través
 de la cual puede ser hecho pasar gas licuado al almacén,
 a intervalos, para enfriar el medio criógeno y compensar
 las pérdidas de frío; el número 8 representa el medio -
 20 criógeno contenido en el recipiente 9, que está provisto
 de material aislante 10.

La realización de la Fig. 3 difiere de la corres-
 pondiente a la Fig. 2 en que el medio criógeno 8 está con-
 tenido dentro de pequeños recipientes esféricos 11 los -
 25 cuales pueden ser, por ejemplo, de gelatina, pasando el
 gas sobre y alrededor de esas esferas 11. Las partes si-
 milares en la realización de la Fig. 3 se han indicado por
 los mismos números de referencia que en la Fig. 2.

En la realización de la Fig. 4, un refrigerador
 30 previo 22 y un recipiente 29 de gas licuado y medio crió-

375722

21E



5 geno son unidades separadas, contenidas dentro de una en-
 vuelta común 23 y rodeadas por aislamiento 24 de "Perlite".
 El refrigerador previo 22 está relleno de roca porosa 30
 (piedra pómez). El área de almacenamiento del gas licua-
 do consiste en tubos de cobre 25 que cuelgan desde el sue-
 lo 34 de un espacio 26 de colector, en el cual desembocan
 los tubos 25. El recipiente 29 está relleno, alrededor de
 los tubos 25, con el medio criógeno 27; el número 28 es
 un disco de ruptura. El enfriamiento inicial del medio
 10 criógeno 27 se efectúa introduciendo un material conve-
 nientemente frío en los tubos de almacenamiento 25, a tra-
 vés de un tubo de carga 31. La conducción 32 sirve para co-
 nectar el aparato a una canalización de gas (no represen-
 tada), y la conducción 33 une entre sí el refrigerador
 15 previo 22 y el espacio de colector 26.

En la realización de la Fig. 5, el gas natural
 procedente del pozo es alimentado, a través de una tube-
 ría de toma 41, a un colector de distribución 42 y luego,
 a través de refrigeradores previos 43 encerrados en ais-
 20 lante 44, a los tubos 45 que estan rodeados por un medio
 criógeno 46 contenido en un recipiente aislado 47.

En un ensayo de funcionamiento experimental pa-
 ra ilustrar el principio en que se basa el invento, se
 usó el hidrocarburo butano gaseoso como material gaseoso,
 25 y ciclohexano como material criógeno. El aparato era co-
 mo sustancialmente se ha ilustrado en la Fig. 4, excepto
 en que no se usó refrigerador previo, pues las temperatu-
 ras de trabajo eran próximas a la temperatura ambiente.
 Los detalles estructurales del aparato eran como sigue:

30 El área de almacenamiento consistía en 25 tu-



5 bos de cobre dispuestos en cuadro. Los tubos tenían 110
 cm. de largo, 1,25 cm. de diámetro exterior y 0,95 cm. de
 diámetro interior, con una distancia de 2,5 cm. entre cen-
 tros de tubos. El medio criógeno empleado fueron 18 litros
 10 de ciclohexano (punto de congelación 279,5°K), y éste fue
 enfriado hasta una temperatura inferior a su punto de so-
 lidificación, introduciendo para ello una pequeña canti-
 dad de gas natural licuado en los tubos de cobre. Se de-
 jó evaporar el gas natural licuado desde el aparato y se
 15 introdujo n-butano (que tenía un punto de ebullición de
 aproximadamente 288°K a 30 atmósferas de presión, y de
 aproximadamente 273°K a 15 atmósferas de presión) en el
 depósito colector a una presión de 30 atmósferas. Des-
 púes de transcurridos 10 minutos se disminuyó la presión
 20 hasta 15 atmósferas. Este ciclo se repitió con interva-
 los de 24 minutos, obteniéndose los resultados siguien-
 tes:

TABLA I

20	<u>Ciclo N°</u>	Peso de n-butano <u>licuado (gramos)</u>	Peso de n-butano <u>vaporizado (gramos)</u>
	1	24	24
	2	22	22
	16	20	20

25 En un segundo experimento se trató, de acuer-
 do con el invento, gas natural licuado, usando un apara-
 to sustancialmente como el ilustrado en la Fig. 5, ex-
 cepto en que el refrigerador previo estaba relleno de
 30 gravilla de granito. El almacenamiento de gas licuado



consistía en 213 tubos de cobre, cada uno de 120 cm. de largo, 3,75 cm. de diámetro exterior y 1,5 mm. de grueso de pared. Estos fueron también dispuestos en cuadro, con una distancia de separación entre centros de tubos de 5,5 cm. El medio criógeno empleado consistió en 460 litros de iso-octano de un punto de congelación de 165°K.

El refrigerador previo era de forma cilíndrica, de 1 metro de diámetro y 2 metros de largo. El relleno consistió en 2.600 kg de gravilla de granito de 2 cm. de diámetro. Toda la unidad estaba rodeada por aislamiento de "Perlite" de 1 metro de espesor.

El medio criógeno fue enfriado a una temperatura inferior a su punto de congelación, mediante la introducción en el área de almacenamiento de gas de 100 kg de metano líquido, que se dejó vaporizar por ebullición a través del refrigerador previo.

El aparato usado estaba construido a escala de instalación piloto y, por consiguiente, las pérdidas de "frío" fueron excesivas debido a un aislamiento ineficaz y a otros factores asociados con su tamaño relativamente pequeño. Esta pérdida de rendimiento podría ser considerablemente disminuida mejorando el aislamiento y con un equipo dimensionado a escala mayor. Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

25

21



TABLA II

Ensayo N° (ciclo de 24 horas)	Peso de Gas Natural Licuado (kg)		Presión de Licuefacción	Presión de Vapo rización	
	Licuado	Vaporizado	(atm)	(atm)	
5	1	82	82	27,5	12,5
	2	72	72	27,5	12,5
	3	61	61	27,5	12,5
10	4	51	51	27,5	12,5
	5	40	40	27,5	12,5
	6	31	31	27,5	12,5
	7	20	20	27,5	12,5
	8	10	10	27,5	12,5
15	9	0,5	0,5	27,5	12,5
	10	-	-	-	-

La presente solicitud que corresponde a la pre-
sentada en Gran Bretaña el 23 de Enero de 1.969, bajo el
número 3955/69 provisional y 24 de Diciembre de 1.969, se
acogen a los beneficios del artículo 51 del Vigente Esta-
tuto sobre Propiedad Industrial.

25

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten

13-1-70

375722

21 ENE 1970



te de Invención en España, por Veinte años, son los siguientes:

1. Un método de almacenar material normalmente gaseoso, que comprende llevar el material gaseoso, a una primera presión más alta a relación de intercambio de calor con un medio criógeno a una temperatura inferior al punto de ebullición del material gaseoso a la presión más alta, con lo que parte o la totalidad del material gaseoso se licua, y disminuir luego la presión en el material gaseoso licuado hasta una segunda presión, más baja, para la cual su punto de ebullición es inferior a la temperatura del medio criógeno, con lo que se produce la vaporización del material gaseoso licuado.

2. Un método según la reivindicación 1, en que una temperatura de transición de fase del medio criógeno está comprendida entre el punto de ebullición del material gaseoso a la presión de licuefacción, y su punto de ebullición a la presión más baja a la cual es vaporizado.

3. Un método según la reivindicación 1, en que la temperatura de transición de fase del medio criógeno es su punto de fusión.

4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el material gaseoso es gas natural.

5. Un método según la reivindicación 4, en que el medio criógeno tiene un punto de fusión comprendido entre 160°K y 170°K.

6. Un método según la reivindicación 5, en que el medio criógeno es iso-octano.

7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el material gaseoso es en-

13-1-70

375722



friado antes de ser llevado a relación de intercambio de calor con el medio criógeno.

8.- Un método de almacenar material normalmente gaseoso.

5

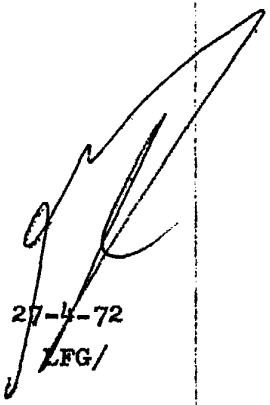
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 3 MAY. 1972

P.A.

Alberto de Elzaburu
For Power


27-4-72
LFG/

375722

375722

215



FIG. 1

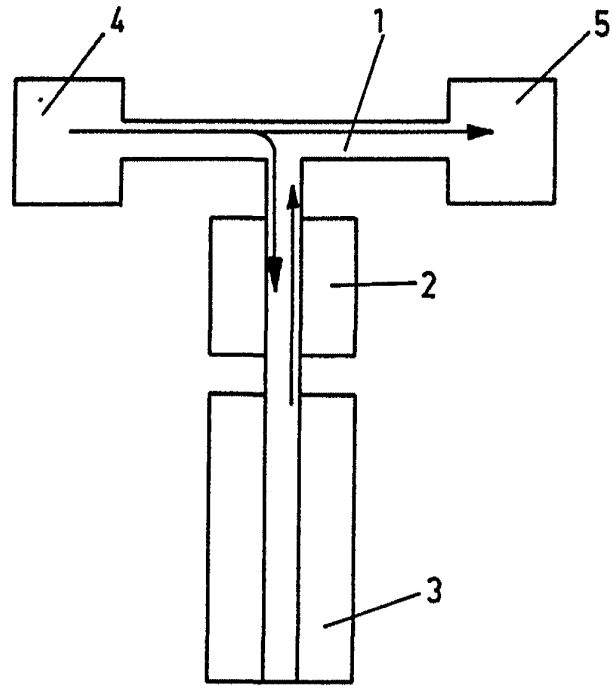


FIG. 2

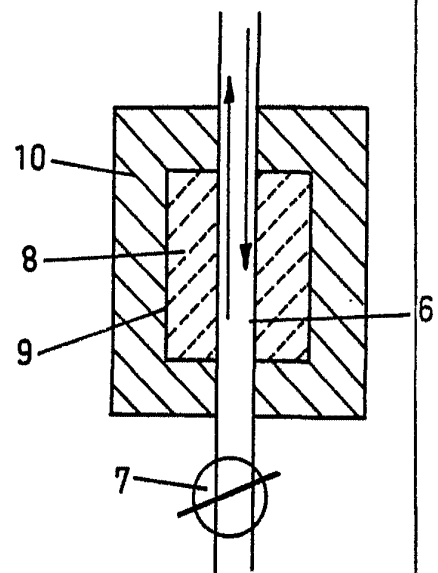
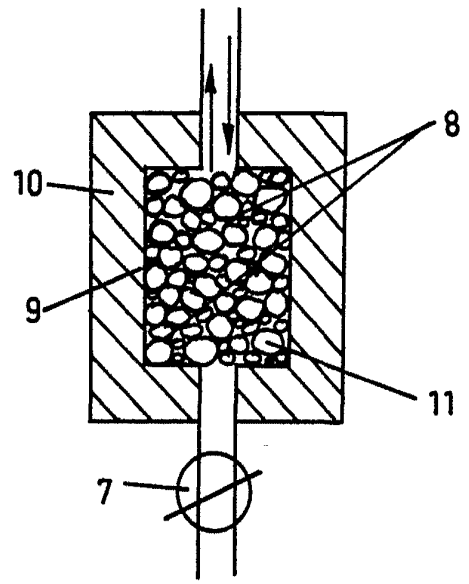


FIG. 3



Albert J. ...
For Patent

Alberta of Canada
For Patent

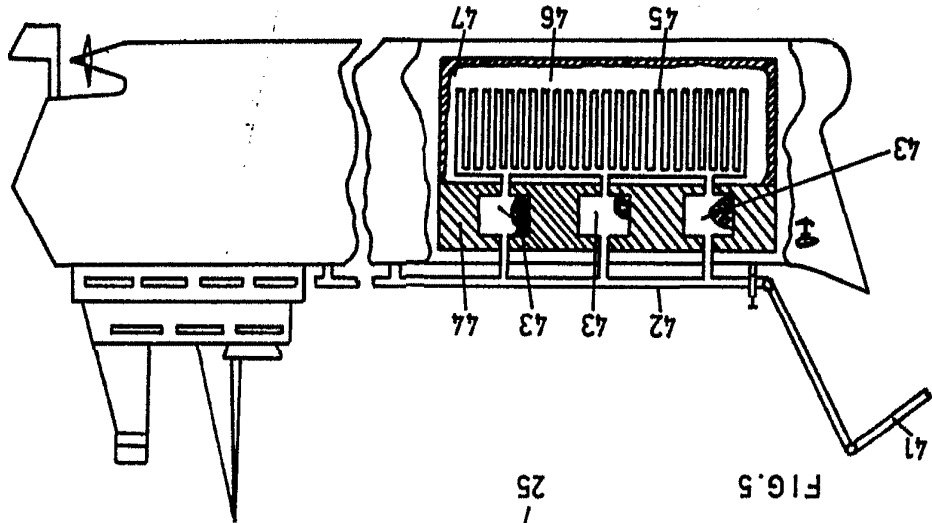
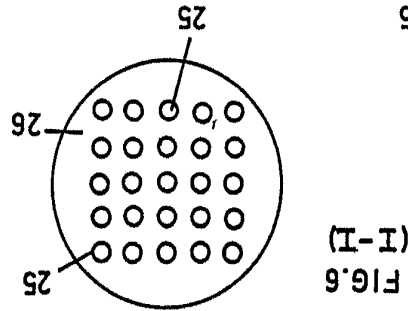


FIG. 5



375722

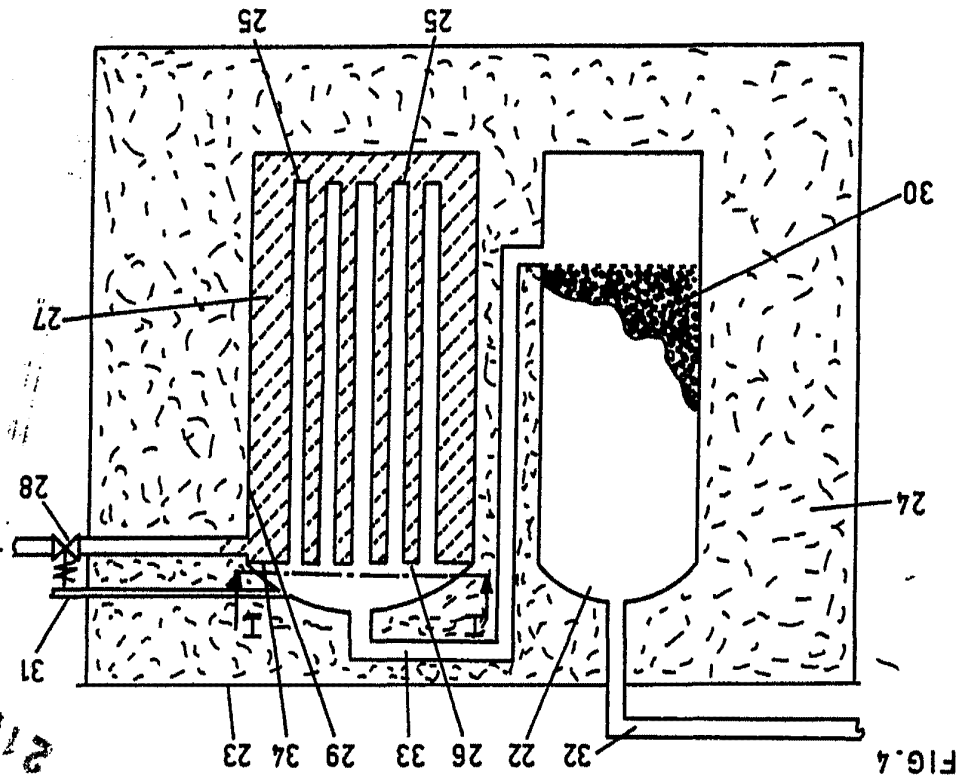


FIG. 4



892742

11/71

1971-1972