

9 ABR 1965

311630

P-28.800

PHN 185



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda por:

"UN METODO DE LICUAR UN GAS"

=====

La presente invención se refiere a un método de licuar un gas, y a un dispositivo para poner en práctica dicho método.

5 En un método de este tipo ya conocido, el gas a presión se suministra a un espacio que está enfriado a la temperatura de condensación del gas en cuestión asociada a dicha presión de gas. Este espacio se enfría preferiblemente por medio de un refrigerador de gas frío. En ese espacio se condensa el gas, después de lo cual se saca de él este gas condensado.

10



Un inconveniente de este método ya conocido, en el cual el gas se condensa y extrae continuamente, consiste en que durante la extracción y retirada del gas licuado éste ha de dilatarse desde la presión a la cual
5 tiene lugar la condensación hasta la presión atmosférica, a través de una válvula de expansión. En este caso gran parte del líquido se vuelve a convertir en gas por volatilización, lo cual influye adversamente en la producción. La proporción de líquido volatilizado puede llegar en algunos casos incluso al 30%, por ejemplo, en el
10 caso del hidrógeno que es licuado a una presión de 8 atmósferas.

En los dispositivos ya conocidos, el líquido volatilizado es conducido a través de un transmisor o cambiador de calor, donde se vuelve a calentar a la temperatura ambiente en contracorriente con el gas a condensar.
15 Esto da una mejora de rendimiento respecto al método anterior, pero tiene la desventaja de exigir un transmisor de calor que, en general, es complicado y costoso.

Otro inconveniente de este tipo ya conocido de dispositivos, es que el gas a condensar debe ser de una gran pureza, ya que de otro modo los canales del transmisor de calor y de la válvula de expansión que, en general, son muy estrechos, pueden ser obstruidos por las contami-
20 naciones.

Es objeto del presente invento prescindir del complicado y costoso transmisor de calor y de la válvula de expansión, sin dejar de mantener la favorable condición de licuar el gas a gran presión, lo que permite, por consi-
25 guiente, efectuar esta licuefacción a una temperatura su-



perior, temperatura a la cual se puede producir en general con más eficacia el frío necesario.

El método de la invención se caracteriza por el hecho de que primero se condensa una cantidad del gas a presión, después de lo cual, mediante continuado enfriamiento en un espacio cerrado y separado del suministro de gas, se reduce la presión del gas licuado hasta que ésta presión es por lo menos sensiblemente igual, y de preferencia menor, que la presión existente en el depósito de almacenamiento y después de ello se abren la entrada del gas a presión y una salida de producto condensado, esencialmente de modo simultáneo, y el producto condensado es forzado, por el gas a presión a entrar en el depósito receptor.

El método conforme a la invención puede utilizarse para licuar gases como, por ejemplo, el aire, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, helio, etc., con mejor rendimiento del que ha podido obtenerse hasta ahora.

Otra ventaja de dicho método reside en que el producto de condensación es forzado por el gas a presión a entrar en el depósito de almacenamiento. A consecuencia de ello, se ha hecho posible enfriar el producto de condensación, durante el continuado enfriamiento, a una presión y temperatura muy bajas, siendo incluso posible prolongar el enfriamiento hasta el punto de que la presión del producto condensado sea inferior a la presión existente en el depósito de almacenamiento mientras, con todo, el transporte del producto condensado al recipiente puede efectuarse en un tiempo relativamente breve. Esto se explicará con mayor detalle al hacer referencia a los dibujos adjuntos.



La invención se refiere además a un dispositivo adecuado para poner en práctica el método del presente invento. Este dispositivo es particularmente adecuado para gases más pesados como, por ejemplo, el oxígeno y el nitrógeno. El dispositivo conforme a la invención comprende por lo menos un refrigerador cuya parte de frío está dispuesta en un espacio de condensación al cual van conectados un tubo de entrada del gas a presión y un tubo de salida para el gas licuado. Este dispositivo se caracteriza por el hecho de que en los tubos de entrada y de salida se disponen unas llaves de paso regulables, y en el tubo de salida hay también una válvula de retención que funciona impidiendo la salida desde el recipiente de almacenamiento al espacio de condensación; comprendiendo el dispositivo citado un dispositivo de control que, cuando la llave de paso del tubo de salida está cerrada, mantiene abierta la llave de paso que hay en el tubo de entrada, durante un tiempo dado o después de haber presente en el dispositivo una cantidad dada de producto de condensación, después de lo cual el dispositivo de control cierra la llave de paso del tubo de entrada, y el refrigerador reduce la presión del producto de condensación mediante continuado enfriamiento, hasta que esta presión es menor que la existente en el recipiente de almacenamiento, y después de lo cual el dispositivo de control abre las llaves de paso de los tubos de entrada y salida.

Así, en este caso, el producto de condensación entra en el recipiente o depósito de almacenamiento en la condición de superenfriado. Esto tiene la ventaja de que las pérdidas de aislamiento que siempre se producen no



originan ninguna evaporación de producto condensado. Por consiguiente, del depósito de almacenamiento escapa poco o ningún vapor, de modo que no hay esencialmente pérdidas de gas.

5 La expresión "estado o condensación de superenfriado del producto de condensación" se sobrentiende, en la presente solicitud, con el significado de que la temperatura de este producto de condensación es menor que el punto de ebullición del mismo a la presión predominante en
10 el depósito de almacenamiento.

 Con este dispositivo existe la dificultad de que, durante la operación de obligar a salir el producto condensado desde el espacio de condensación al recipiente de almacenamiento, hay la posibilidad de que, al mismo tiempo
15 que la última cantidad de producto condensado, se vaya también una cantidad de gas a gran presión hasta el recipiente de almacenamiento, desde donde escapa, y por lo cual hay que considerarla como pérdida.

 Para superar esta dificultad, otra forma de realización del dispositivo conforme al presente invento se caracteriza por el hecho de que el tubo de salida se vacía en un punto bajo del espacio de condensación, y de que frente a la salida hay dispuesto un flotador capaz de cerrar esta salida cuando el líquido ha descendido por bajo de
25 un nivel dado.

 Según se ha visto, para estos gases más pesados, es posible utilizar un flotador. Con este flotador se asegura que, al haber descendido el nivel del líquido por bajo de un valor dado, la salida del tubo de salida del líquido se cierra de manera que el gas a presión no puede
30



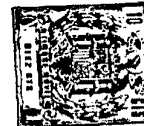
ya pasar al depósito de almacenamiento. Como consecuencia de esto, se impiden las pérdidas de gas, el cual muchas veces es costoso.

Otra forma favorable de realización del dispositivo conforme al presente invento se caracteriza por el hecho de que el flotador tiene paredes delgadas, y comprende un tubo abierto por ambos extremos, uno de los cuales desemboca esencialmente en la parte inferior del flotador hueco mientras el otro extremo se extiende hacia arriba en una distancia tal que el extremo superior sobresale siempre por encima del líquido, entrando en el espacio de condensación. Así, en este dispositivo habrá la misma presión en el flotador y en el espacio de condensación, de modo que las paredes del flotador no están sometidas a grandes diferencias de presión. Como consecuencia de esto, las paredes del flotador pueden ser delgadas, de modo que éste es de construcción ligera o de poco peso, y bastará con un flotador relativamente pequeño. Otra ventaja de esta forma de construcción es la de que, al recogerse en el flotador el producto de condensación, este producto condensado es devuelto mediante bombeo al espacio de condensación, saliendo del flotador por el tubo abierto, durante el período en que la presión del espacio de condensación se está reduciendo.

En el caso de gases licuados como, por ejemplo, el hidrógeno y el helio, que tienen un peso específico muy bajo, deja ya de ser practicable el uso de un flotador de proporciones prudenciales. A fin de condensar estos gases valiosos, también por el método conforme a la invención, pero sin que ocurran pérdidas grandes por desaparecer en el depósito de almacenamiento, con el último producto de con-



densación, una cantidad inadmisibles de estos gases valiosos, una forma favorable de realización del método conforme al presente invento se caracteriza por el hecho de que en los tubos de entrada y salida hay dispuestas unas llaves de paso regulables, y en el tubo de salida, si así conviene, se prevé una válvula de retención, y/o bien funciona como tal la propia llave de paso regulable, si así conviene, que impide el paso del medio fluido desde el recipiente de almacenamiento al espacio de condensación, habiendo, conectado en paralelo con la llave de paso del tubo de entrada, un tubo de circulación en el cual van dispuestas una llave de paso adicional regulable y una resistencia al paso de fluido, resistencia que tiene un pasaje tal que la corriente de gas que pasa por él a la plena diferencia de presión entre el tubo de entrada de gas y el depósito de almacenamiento, corresponde esencialmente a la corriente de gas que el refrigerador de gas frío puede condensar a una presión sensiblemente igual a la presión existente en el depósito de almacenamiento; comprendiendo dicho dispositivo un dispositivo de control que, cuando la llave de paso del tubo de salida está cerrada, mantiene abierta la llave de paso del tubo de entrada, durante un tiempo dado o hasta que en el dispositivo hay presente una cantidad dada del producto de condensación; después de lo cual el dispositivo de control cierra la llave de paso del tubo de entrada, y el refrigerador reduce la presión del producto condensado mediante un continuado enfriamiento, hasta que dicha presión adquiere un valor algo superior al de la presión del recipiente de almacenamiento, después de todo lo cual el dispositivo de control abre la llave de pa-



so del tubo de salida, y la llave adicional de paso.
Aun cuando este dispositivo no comprende flotador algu-
no, no por eso deja de impedir que se pierda una can-
tidad inadmisibles de estos gases valiosos. El funciona-
5 miento y las ventajas de este dispositivo se explicarán
con mayor detalle al describir las figuras.

Otra forma favorable de realización del indica-
do dispositivo conforme al presente invento se caracte-
riza por el hecho de que en el tubo de circulación, entre
10 la resistencia al paso de fluido y la llave adicional de
paso, hay dispuesto otro recipiente, y el dispositivo de
control abre la llave de paso del tubo de salida y la
llave adicional de paso que hay en el tubo de circula-
ción, solamente cuando la presión del espacio de con-
15 densación es menor que la presión que hay en el depó-
sito o recipiente de almacenamiento. Así, en este caso,
hay la posibilidad de superenfriar el líquido.

Para que la invención pueda llevarse a la prác-
tica fácilmente, se describirán ahora con mayor detalle
20 algunos dispositivos para licuar gases, haciendo referen-
cia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente un dispo-
sitivo para licuar gases como ya ha sido propuesto;
- la figura 2 ilustra el funcionamiento del dis-
25 positivo de la fig. 1, en un diagrama de presión/tiempo;
- la figura 3 ilustra un dispositivo para licuar
gases más pesados;
- la figura 4 ilustra el funcionamiento del dis-
positivo de la fig. 3, en un diagrama de presión/tiempo;
- 30 - Las figuras 5 a 8 muestran dos dispositivos



para licuar gases más ligeros como, por ejemplo, el helio, con los diagramas de presión/tiempo asociados, en los cuales se explica el funcionamiento de estos dispositivos; y

5 - la figura 9 representa otra forma de realización de un dispositivo para licuar gases.

En la fig. 1, el número 1 designa un recipiente que contiene un gas a elevada presión. Este recipiente va conectado, por medio de un tubo 2 de entrada de gas, al espacio de condensación 3 que hay en torno a la cabeza de un refrigerador 4 de gas frío. El espacio de condensación 3 está en comunicación abierta con un recipiente 5 que, por consiguiente, forma parte también del espacio de condensación. Si así conviene, el producto de condensación, naturalmente, puede almacenarse también en el mismo espacio 3. El recipiente 5 está provisto de un tubo 6 de salida de producto condensado, que desemboca en un recipiente de almacenamiento 7.

En el tubo 2 de entrada de gas hay dispuesta una llave de paso 8, mientras que el tubo 6 de salida del producto condensado comprende una llave de paso 9. Las llaves de paso 8 y 9 están accionadas por medio de un dispositivo de control que, de acuerdo con la presión existente en el recipiente 5 o, si así conviene, de acuerdo con el tiempo transcurrido, abre o cierra las llaves de paso 8 y 9. El funcionamiento de este dispositivo se explicará acto seguido con referencia al diagrama de presión/tiempo indicado en la fig. 2. El recipiente 1 contiene un gas como, por ejemplo, aire, oxígeno o nitrógeno, a una presión p_1 que, por ejemplo, es de

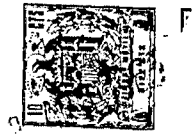


5 a 6 atmósferas. Mientras la llave de paso 9 está cerrada, la llave 8 está abierta. En los espacios 3 y 5 entra el gas a elevada presión. Este gas de alta presión se condensa en la cabeza fría del refrigerador de gas frío, recibién-
5 do el producto de condensación en el recipiente 5. Al cabo de un tiempo dado, o bien cuando en el recipiente 5 se dispone de una cantidad dada de producto de condensación, la llave de paso 8 se cierra. Esto, por consiguiente, ocurre en el punto 10 del diagrama de la fig. 2. El refrigerador de gas frío sigue suministrando frío, y el gas condensándose en la cabeza fría de la máquina, procedente de los espacios 3 y 5. La temperatura en estos espacios va decreciendo gradualmente, en tanto que la presión también disminuye. En la
15 fig. 2 está representada la variación de presión en función del tiempo, por medio de la línea inclinada que arranca del punto 10. Cuando, a consecuencia del continuado enfriamiento, la presión en los espacios 3 y 5 ha descendido al valor p_2 , se abre la llave de paso 9, y el
20 producto condensado puede entrar en el recipiente de almacenamiento 7. La presión p_2 debe elegirse de un valor lo bastante superior a la del recipiente para conservar un exceso de presión suficiente para hacer que el líquido salga del recipiente 5 y entre en el recipiente 7. Esto quiere decir que el enfriamiento en los recipientes 3 y 5 puede no continuar en la extensión o grado que sería conveniente. Ante todo, al abrir el recipiente 3, el producto de condensación se expandirá a la presión del recipiente, en el cual se vuelve a evaporar parte de dicho producto de
25 condensación. En segundo lugar, parte del líquido almace-



nado en el recipiente se evaporará al penetrar calor,
y desaparecerá por escape a la atmósfera, lo que por con-
siguiente, significa una pérdida. Para aminorar esta pér-
dida, se tendería a introducir el líquido, en el estado
5 de superenfriado, en el recipiente 7, si ello fuera posi-
ble. En ese caso, el líquido del recipiente 7 sería calen-
tado esencialmente a la temperatura de su punto de ebulli-
ción por el calor que penetra. Esto significa, por lo tan-
to, que en las cámaras de condensación 3 y 5 se ha intro-
10 ducido ya tanto frío que con él se superan las pérdidas
de aislamiento del recipiente 7. Cuando en el dispositivo
indicado en la fig. 1 se va a trasladar el producto de con-
densación desde el recipiente 5 al recipiente 7 dentro de
un período o tiempo admisible, la presión p_2 debe elegir-
15 se de un valor más bien elevado, antes de dar comienzo a
la retirada o extracción del líquido. Después de traslada-
do el líquido desde el recipiente 5 al recipiente 7, se cie-
rra la llave de paso 9 y se abre la llave de paso 8, y la
presión en los espacios 3 y 5 aumenta de nuevo hasta lle-
20 gar a la presión inicial p_1 , a la cual tiene lugar princi-
palmente la condensación.

Conforme al presente invento, el continuado enfria-
miento puede prolongarse hasta llegar a una presión sensi-
blemente igual a la que hay en el recipiente 7, o incluso
25 menor que la presión del recipiente 7, en tanto que además
se abrevia considerablemente el tiempo de traslado del pro-
ducto de condensación desde el recipiente 5 al recipiente 7.
En los dispositivo de la invención se abren a tal fin am-
bas llaves de paso 8 y 9, durante el traslado del produc-
30 to de condensación desde el recipiente 5 al recipiente 7



de manera que el líquido es forzado a pasar del recipiente 5 al recipiente 7 por el gas a elevada presión. Ante todo, esto se realiza con gran rapidez y, en segundo lugar, el líquido superenfriado puede ser forzado a entrar en el recipiente 7.

La fig. 3 ilustra un dispositivo para licuar gases más pesados, como por ejemplo, aire, oxígeno y nitrógeno. Este dispositivo comprende también un recipiente 1 para el gas a gran presión, recipiente que va conectado, por medio de un tubo de entrada 2, al espacio de condensación 3 y al recipiente 5. El recipiente 5 va conectado al recipiente o depósito de almacenamiento 7 por medio de un tubo de salida 6. El tubo de entrada 2 comprende una llave de paso 8. El tubo de salida 6 comprende, además de una llave de paso 9, una válvula de retención 15. La función de la llave de paso 9 y la de la válvula de retención 15 pueden combinarse, si así conviene, en una válvula de accionamiento magnético que funciona como válvula de retención en el sentido que va al recipiente 5, y que puede ser levantada de su asiento electromagnéticamente.

El funcionamiento del dispositivo ilustrado en la fig. 3 se refleja en el diagrama de presión/tiempo de la fig. 4. Cuando la llave de paso 9 del tubo de salida 6 está cerrada, la llave de paso 8 del tubo de entrada 2 está abierta. A consecuencia de esto, el gas a una presión p_1 puede entrar en los espacios de condensación 3 y 5. A esta presión p_1 , el refrigerador 4 de gas frío condensa este gas a gran presión durante un tiempo dado. Al cabo de un tiempo dado, o bien cuando en el recipiente 5 se recoge



una cantidad dada de producto de condensación, se cierra la llave de paso 8. El refrigerador 4 de gas frío continúa su producción de frío, reduciéndose gradualmente la presión y la temperatura en los espacios 3 y 5. La presión, en este caso, sigue la línea 16, 17 del diagrama de la fig. 4. El continuado enfriamiento dura hasta que la presión existente en los espacios 3 y 5 es igual a una presión p_2 inferior a la existente en el recipiente o depósito de almacenamiento 7. En ese instante, el recipiente 5 contiene una cantidad de producto de condensación, a una presión y una temperatura inferiores ambas a la presión y a la temperatura del producto condensado que hay ya en el recipiente de almacenamiento 7. Alcanzada la presión p_2 las llaves de paso 9 y 8 se abren ambas, de un modo esencialmente simultáneo. A consecuencia de ello, aumenta rápidamente la presión en los espacios 3 y 5. Cuando la presión del espacio 5 es igual a la presión del recipiente 7, comienza el transporte de producto de condensación al recipiente 7. Ello está indicado en el diagrama por el punto 18. El producto condensado es ahora obligado con gran fuerza a salir del espacio 5 y entrar en el 7, por el gas a elevada presión, de modo que el transporte tiene lugar con gran rapidez, y se invierte en él poco tiempo. Existe la posibilidad de que con el último resto de producto condensado que pasa al recipiente 7, fluya también a éste simultáneamente una parte del gas a gran presión, que sigue luego por la abertura de respiradero hasta la atmósfera, lo que significaría una pérdida. Para impedir esto, frente a la abertura del tubo de salida, en el recipiente 5, se dispone un flotador que cierra la abertura del tubo de salida



6 en cuanto el nivel del líquido del recipiente 5 ha descendido por bajo de un nivel dado. Este flotador no se representa en el dibujo esquemático de la fig. 3, pero puede verse en el dispositivo ilustrado en la fig. 9.

Puesto que en el caso de los gases de menos peso como, por ejemplo, el hidrógeno y el helio, no es ya posible usar un flotador de proporciones admisibles, el dispositivo de la fig. 3 no resulta especialmente adecuado para este tipo de gases. En realidad, cuando no se dispone de flotador alguno, una parte de estos gases valiosos fluirá siempre al recipiente 7 al terminar el período de extracción y retirada del producto de condensación, lo cual significa una pérdida. En la fig. 5 se ilustra un dispositivo para licuar gases ligeros, con el cual no se producirá apenas o en absoluto esta pérdida. En esta figura se han dado los mismos números de referencia a los elementos componentes que se corresponden con los de la fig. 3. La única diferencia con el dispositivo de la fig. 3 reside en que el tubo de entrada 2 está provisto de un tubo de circulación 19 en el cual hay dispuestas una resistencia 20 al paso del fluido, construida en forma de tubo capilar, y una llave de paso adicional 21.

El funcionamiento del dispositivo indicado en la fig. 5 se ilustra con el diagrama de presión/tiempo de la fig. 6. Cuando la llave de paso 9 del tubo de salida 6 está cerrada, la llave de paso 8 del tubo de entrada 2 está abierta. A consecuencia de esto, el gas a gran presión puede entrar también en los espacios de condensación 3 y 5 saliendo del recipiente 1. El refrigerador 4 de gas frío condensa una cantidad de gas durante un tiempo dado. A continuación se cierra la llave de paso 8, mientras el refri-



gerador continúa suministrando frío. A consecuencia de esto, la presión en los espacios 3 y 5 disminuye siendo la línea 22, 23. En el punto 23, la presión ha descendido hasta un valor justamente inferior al de la presión existente en el recipiente 7. En este instante se abren tanto la llave de paso 8 del tubo de salida 6 como la llave de paso 21 adicional del tubo de circulación 19. El tubo capilar 20 está construido de modo que a través de él puede fluir por unidad de tiempo, una cantidad de gas sensiblemente correspondiente a la cantidad de gas que el refrigerador de gas frío puede condensar por unidad de tiempo.

Esto significa, por consiguiente, que abriendo la llave de paso 21, la presión en el recipiente 5 sigue siendo esencialmente la misma. Así, el producto condensado es obligado a salir del recipiente 5 a la misma presión. Desaparecido del recipiente 5 el producto condensado, la presión en dicho recipiente descenderá por un momento hasta la presión del recipiente 7, fluyendo a este una pequeña cantidad de gas. A continuación, el dispositivo de control cierra la llave de paso 9 del tubo de salida 6, así como la llave de paso 21 adicional, en tanto que se abre de nuevo la llave de paso 8 que hay en el tubo de entrada del medio a licuar, y la presión sube rápidamente en los espacios 3 y 5 hasta la presión p_1 a la cual esencialmente se produce la condensación.

En este dispositivo no es necesario tener una válvula de retención 15 en el tubo 6 de salida del producto condensado, ya que la presión en el recipiente 7 es siempre algo menor que la existente en el recipiente 5.



Sin embargo, para mayor seguridad es posible tener una válvula de retención en el tubo de salida 6 del medio líquido.

5 En lugar del tubo capilar 20, se puede utilizar también una válvula de aguja, como resistencia al paso de fluido. Esta válvula puede ajustarse de modo que quede un pasaje muy estrecho.

10 Un inconveniente del dispositivo indicado en la fig. 5 reside en que, durante el continuado enfriamiento, la presión no puede reducirse a un valor inferior al que corresponde al punto 23 de la fig. 6. Así, en este caso no es posible forzar el paso de líquido superenfriado al recipiente 7. En este dispositivo, por consiguiente, se producirá cierta pérdida de gas porque a consecuencia
15 de las pérdidas de aislamiento se evapora en el recipiente 7 una cantidad del producto de condensación. Este inconveniente se evita en el dispositivo ilustrado en la fig. 7. En este dispositivo, se dispone un recipiente auxiliar 24 intercalado en el tubo de circulación 19 entre el capilar 20 y la llave de paso 21 adicional. Además, este dispositivo exige una válvula de retención 15 en el tubo de salida 6. El funcionamiento de este dispositivo se deduce del diagrama de la fig. 8. Primeramente se abre también la llave de paso 8, a consecuencia de lo cual el gas
25 a presión p_1 puede entrar en los espacios de condensación 3 y 5, y ser condensado en ellos a gran presión. Luego se cierra la llave de paso 8 y se reduce la presión mediante continuado enfriamiento por medio del refrigerador de gas frío 4, a una presión que corresponde a la
30 del punto 25 indicado en la fig. 8. La presión en el punto



25 es menor que la presión existente en el recipiente 7. Alcanzada esta presión, se abre la llave de paso 9 del tubo de salida 6, mientras que, de modo esencialmente simultáneo, se abre en el tubo de circulación 19 la llave de paso 21 adicional. A consecuencia de ello, el recipiente auxiliar 24 queda conectado a los espacios de condensación 3 y 5. El gas de alta presión que hay en el recipiente auxiliar 24 entra entonces en los espacios 3 y 5. Como resultado de esto, la presión en los espacios 3 y 5 sube rápidamente a un valor de presión que corresponde al punto 26 del diagrama de la fig. 8. Así, esta presión queda ligeramente por encima de la existente en el recipiente 7, de modo que con esta presión el líquido superenfriado puede ser forzado a salir del recipiente 5 y entrar en el recipiente 7. Así, ahora al recipiente 7 se traspasa líquido superenfriado, en el cual hay tanto frío que las pérdidas de aislamiento del recipiente 7 se superan ampliamente. Después de extraer el último resto de producto de condensación, entrará en el recipiente 7 una pequeña cantidad de gas, descendiendo la presión en el recipiente 5. Entonces se cierra la llave de paso 9 del tubo de salida 6, y se vuelve a abrir la llave de paso 8 del tubo de entrada, después de lo cual la presión sube de nuevo rápidamente al valor p_1 , volviendo a producirse la condensación a esta alta presión.

La fig. 9 muestra un dispositivo para condensar aire, nitrógeno u oxígeno. Este dispositivo, comprende un tubo de entrada 30 para el gas o condensar, tubo que incluye una llave de paso 31. El tubo de entrada 30 está conectado a un espacio aislado 32. En este espacio, que



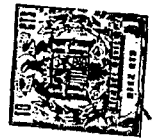
esté rodeado por la camisa aislante 33, hay dispuestos
varios eliminadores 34 en torno a un recipiente 35. Los
separadores de nieve 34 pueden estar contruidos de acuer-
do con los descritos en la Memoria de la patente france-
5 sa 133.695 (Patente holandesa 269.432). Los separadores
34 van conectados al recipiente 35 quien, en su parte
superior, está conectado, por medio de un tubo 36 de
entrada de gas, al espacio de condensación 37 que hay
en torno a la cabeza de frio del refrigerador de gas frio
10 38. El espacio de condensación 37 está provisto de un tu-
bo de salida para el producto condensado 32, tubo cuyo ex-
tremo superior va conectado a un recipiente 40 formado por
la pared 39 en el recipiente 35. Este recipiente 40 está
en comunicación con el eliminador 34. Al recipiente 40 va
15 conectado un tubo de rebosadero 60 para extraer y llevar-
se el producto condensado al recipiente 51. Por debajo del
fondo, las paredes del recipiente 35 se extienden en for-
ma de pared perforada 41, a modo de funda o envolvente.
Esta pared está provista de un fondo 42 en el cual hay co-
20 nectado un tubo 43 de salida de líquido. Este tubo 43 de
salida de líquido se extiende hacia arriba a través del
recipiente 35 y desaparece, atravesando la pared de ais-
lamiento 33, hasta llegar a un recipiente de almacenamien-
to que no está representado en el dibujo. El fondo 42 com-
25 prende además un número de tubos 44 entre los cuales hay
dispuesto un flotador 45. Este flotador comprende una bola
46 que, cuando el nivel del líquido desciende demasiado,
puede cerrar la abertura del tubo 43 de salida de líquido.
El flotador está provisto de un tubo 47 abierto por ambos
30 extremos. Por uno de sus extremos, este tubo desemboca en



la parte inferior del flotador, mientras el otro extremo
sube y sobresale por arriba de modo que este extremo siem-
pre sobresale por encima del líquido que hay en el reci-
5 piente. A consecuencia de esto, la presión dentro y fuera
del flotador será siempre la misma, de modo que a través
de la pared del flotador no existirán grandes diferencias
de presión. Como resultado de ello, el flotador no tiene
que ser de construcción particularmente pesada. Por den-
10 tro de la pared aislante 33 se dispone una pared 48 que
separa el espacio en el cual están dispuestos los elimi-
nadores 34 del espacio en el cual se recibe el líquido con-
densado. Así, en este dispositivo se dispone de un extenso
y somero baño 51 de líquido, favorable en relación con el
15 continuado enfriamiento, en el cual el líquido es enfria-
do por ebullición, y el vapor formado se condensa luego de
nuevo en la cabeza de frío del refrigerador 38 de gas frío.

El funcionamiento de este dispositivo es el si-
guiente:

Al abrir la llave de paso 31 en el tubo 30 de en-
20 trada del medio a licuar, el gas a gran presión entra en
el espacio 32 y de ahí sigue el espacio 35, atravesando
las capas de tela metálica de los separadores 34. Esto se
indica por medio de las flechas p. Como la tela metálica
de los eliminadores 34 es fuertemente enfriada por el gas
25 que ya se ha condensado en los tubos de los separadores, las
materias contaminantes que pueda llevar el gas se quedarán
por congelación en esta tela metálica. El gas entrante en
el espacio 35 es aspirado a éste a través del tubo 36, por
la presión subambiente existente en el espacio de conden-
30 sación 37. El gas condensado en el espacio de condensación



37 puede volver al espacio 40 a través del tubo 62. El producto condensado es recibido primero en el espacio 40, hasta llegarse a un nivel que sube hasta el tubo de rebosadero 60. Al continuar el suministro de producto condensado, parte de éste entrará en el espacio de líquido 51 por el tubo de rebosadero. En el recipiente 40, por consiguiente, se dispone siempre de una cantidad dada de producto condensado. Como este recipiente está conectado a los canales de refrigeración de los separadores 34, también habrá producto de condensación en estos canales. Como resultado del suministro de calor, en estos canales se producirá un efecto de bombeo por burbujas de vapor, a consecuencia del cual el producto de condensación sube por los canales. De esta manera se obtiene un enfriamiento uniforme y satisfactorio de las capas de tela metálicas sobre las cuales se separan por congelación las materias contaminantes. Al cabo de un tiempo dado, se cierra la llave de paso 31, y mediante el continuado enfriamiento producido por el refrigerador de gas frío, se reduce la presión y, por consiguiente, también la temperatura en el espacio y, por tanto, también en el producto condensado. Este enfriamiento se prolonga hasta que la presión del producto condensado es inferior a la existente en el recipiente o depósito de almacenamiento, obteniéndose así un líquido que, con respecto a la presión existente en dicho depósito de almacenamiento, está subenfriado. A continuación, simultáneamente, se abren las llaves de paso 49 y 31, a consecuencia de lo cual la presión existente en el espacio 35 de encima del líquido sube rápidamente a un valor considerablemente superior al de la presión que hay en el reci-



5 piente de almacenamiento. Como resultado de esta gran presión, el líquido es obligado con gran fuerza a entrar en el tubo 43 de salida de líquido. Ello tiene como consecuencia un rapidísimo efecto de sifón, que hace pasar el líquido al
10 recipiente de almacenamiento. De ese modo, el refrigerador de gas frío condensa a la presión inferior solamente durante un tiempo relativamente breve. Cuando el líquido en el recipiente 51 descienda por bajo de un nivel dado, el flotador cerrará en un instante dado el tubo 43 de salida de líquido, impidiendo así que el gas a gran presión desaparezca pasando al recipiente de almacenamiento con el último líquido.

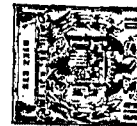
15 El dispositivo arriba indicado puede utilizarse para licuar helio o hidrógeno, además de aire, nitrógeno y oxígeno. En ese caso, solo es preciso que el tubo de entrada esté dotado de un tubo de circulación en paralelo con la llave de paso 31, como se ha descrito en el dispositivo ilustrado en las figs. 5 y 7. El control debe entonces efectuarse como se describe para las figs. 6 y 8.

20 Con el método y el dispositivo conforme a la invención se ha hecho posible licuar gases con buen rendimiento, y trasladarlos a un depósito de almacenamiento.

25 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, con fecha 11 de abril de 1964, bajo el número 6403952, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

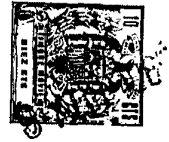
30 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-



sentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTI años, son los siguientes:

1.- Un método de licuar un gas, en el cual este gas se suministra a presión a un espacio que es enfriado a la temperatura de condensación del gas en cuestión asociado a dicha presión de gas, preferiblemente por medio de un refrigerador de gas frío, condensándose el gas en dicho espacio, después de lo cual el gas condensado es extraído y retirado de dicho espacio; caracterizándose dicho método por el hecho de que primeramente se condensa una cantidad del gas a presión, después de lo cual, mediante continuado enfriamiento en un espacio cerrado y separado del suministro de gas, se reduce la presión del gas licuado hasta que esta presión es por lo menos sensiblemente igual, y de preferencia menor, que la presión existente en el depósito de almacenamiento, y después de ello se abren la entrada del gas a presión y una salida de producto condensado, esencialmente de modo simultáneo, y el producto condensado es forzado, por el gas a presión, a entrar en el depósito de almacenamiento.

2.- Un dispositivo adecuado para poner en práctica el método del punto 1, en particular para gases más pesados, tales como el oxígeno y el nitrógeno, dispositivo que comprende por lo menos un refrigerador cuya parte de frío está dispuesta en un espacio de condensación al cual van conectados un tubo de entrada del gas a presión y un tubo de salida para el gas licuado; caracterizado dicho dispositivo por el hecho de que en los tubos de entrada y de salida se disponen unas llaves de paso regulables, y

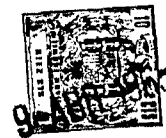


en el tubo de salida hay también una válvula de retención, y/o la llave de paso regulable funciona en sí como válvula de retención, que impide el paso de gas desde el recipiente o depósito de almacenamiento al espacio de condensación; comprendiendo el dispositivo citado un dispositivo de control que, cuando la llave de paso del tubo de salida está cerrada, mantiene abierta la llave de paso del tubo de entrada, durante un tiempo dado o después de haber presente en el dispositivo una cantidad dada de producto de condensación, después de lo cual el dispositivo de control cierra la llave de paso del tubo de entrada, y el refrigerador, mediante continuado enfriamiento, reduce la presión del producto condensado hasta que dicha presión es menor que la existente en el depósito de almacenamiento, y después de ello, el dispositivo de control abre las llaves de paso de los tubos de entrada y salida.

3.- El dispositivo del punto 2, caracterizado por el hecho de que el tubo de salida arranca de un punto bajo del espacio de condensación, la abertura de dicho tubo está dirigida hacia arriba, y frente a la abertura hay dispuesto un flotador capaz de cerrar dicha abertura cuando el líquido ha descendido por bajo de un nivel dado.

4.- El dispositivo del punto 3, caracterizado por el hecho de que las paredes del flotador son delgadas, y al flotador va conectado un tubo abierto por ambos extremos, con un primer extremo que desemboca en la parte inferior del flotador mientras que el tubo sube a partir de éste de modo que el extremo, superior, sobresale siempre por encima del líquido, en el espacio de condensación.

5.- Un dispositivo adecuado para poner en prác-



5 tica el método del punto 1, en particular para gases más
ligeros tales como el hidrógeno y el helio, dispositivo que
comprende por lo menos un refrigerador cuya parte de frío
está dispuesta en un espacio de condensación al cual van co-
nectados un tubo de entrada del gas a presión y un tubo de
10 salida para el gas licuado; caracterizado dicho dispositi-
vo por el hecho de que en los tubos de entrada y salida hay
dispuestas unas llaves de paso regulables, y en el tubo de
salida puede haber una válvula de retención que impide el pa-
so del medio fluido desde el recipiente de almacenamiento
15 al espacio de condensación, habiendo, conectado en paralelo
con la llave de paso del tubo de entrada, un tubo de circu-
lación en el cual van dispuestas una llave de paso adicio-
nal regulable y una resistencia al paso de fluido, resisten-
cia que tiene un pasaje tal que la corriente de gas que pasa
20 por él a la plena diferencia de presión entre el tubo de
entrada de gas y el depósito de almacenamiento corresponde
esencialmente al paso de gas que el refrigerador de gas frío
puede condensar a una presión sensiblemente igual a la exis-
tente en el depósito de almacenamiento; comprendiendo el dis-
positivo citado un dispositivo de control que, cuando la
llave de paso del tubo de salida está cerrada, mantiene abier-
ta la llave de paso del tubo de entrada, durante un tiempo
dado o hasta que en el dispositivo hay presente una canti-
dad dada del producto de condensación; el dispositivo de con-
25 trol cierra la llave de paso del tubo de entrada, y el refri-
gerador, mediante continuado enfriamiento, reduce la pre-
sión del producto condensado hasta que dicha presión adque-
re un valor algo superior al de la presión del depósito de
almacenamiento, después de todo lo cual, el dispositivo de
30 control abre la llave de paso del tubo de salida y la lla-
ve adicional de paso.



5 6.- El dispositivo del punto 5, caracterizado por el hecho de que en el tubo de circulación, entre la resistencia al paso de fluido y la llave adicional de paso, hay dispuesto otro recipiente, y el dispositivo de control abre la llave de paso del tubo de salida y la llave adicional de paso que hay en el tubo de circulación, solamente cuando la presión del espacio de condensación es menor que la presión que hay en el depósito o recipiente de almacenamiento.

10 7.- Un método de licuar un gas.

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.

La presente Memoria consta de 25 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

9 ABR. 1965

P.A.

Alberto de Eizaburo
Por Poder

RM

311630

MM

311630

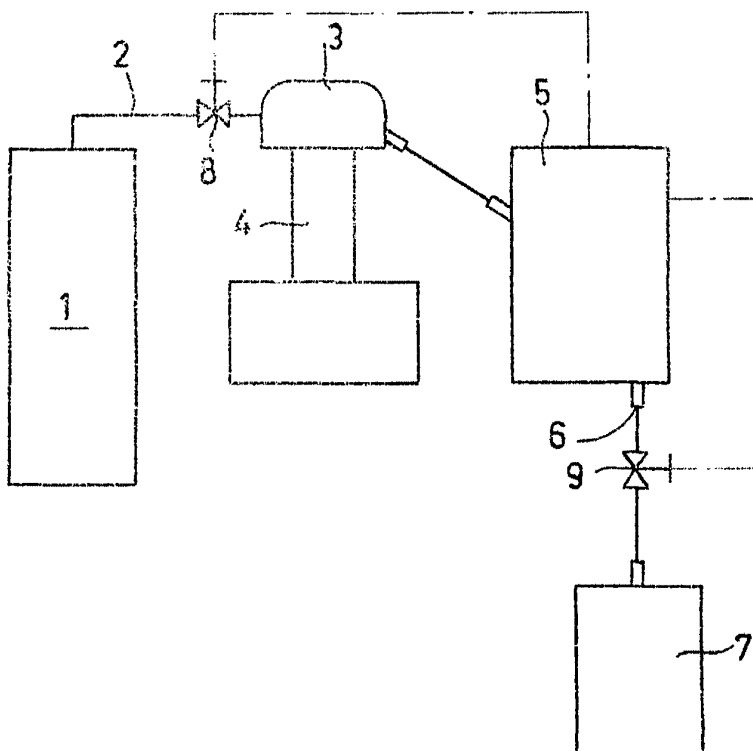


FIG.1

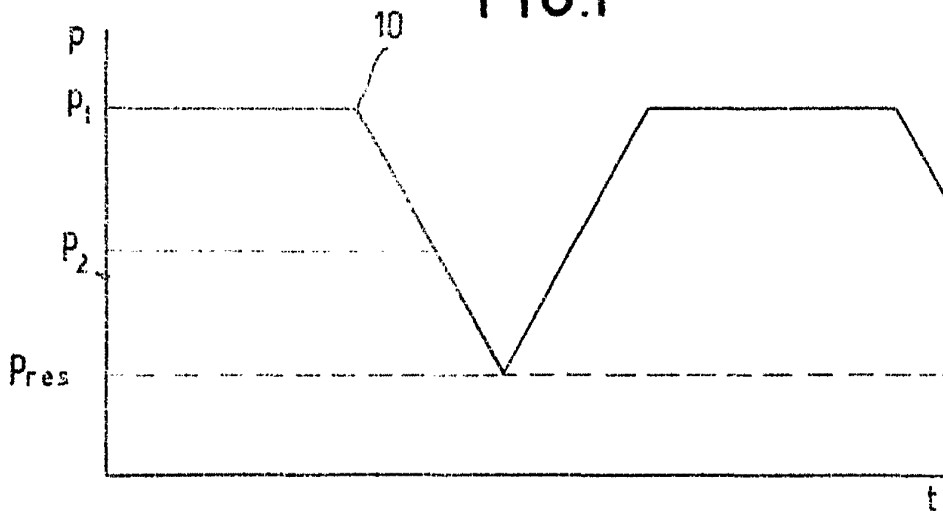


FIG.2

Alberto de Szabun
Por Fines

1630

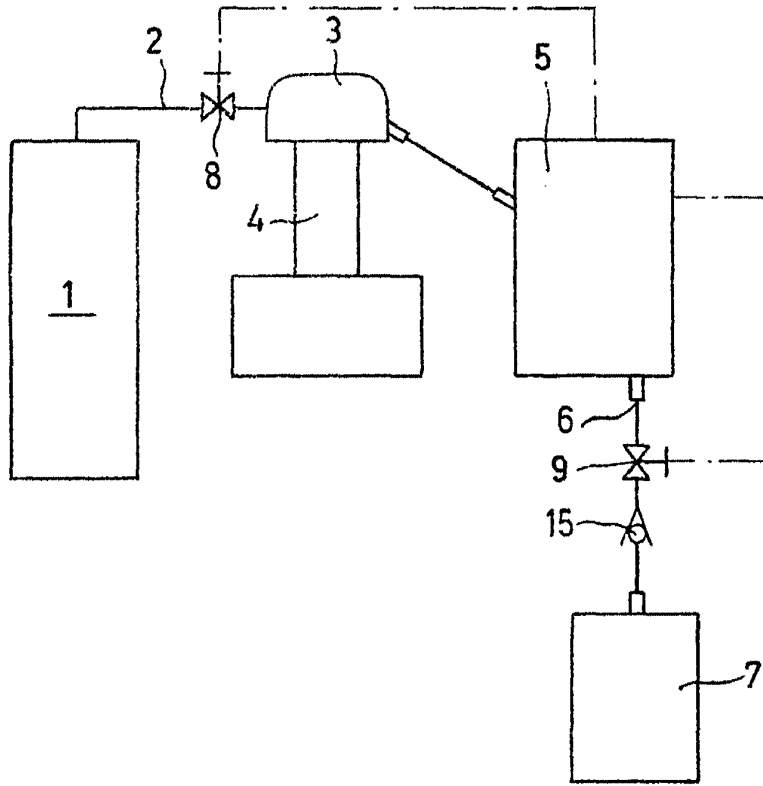


FIG.3

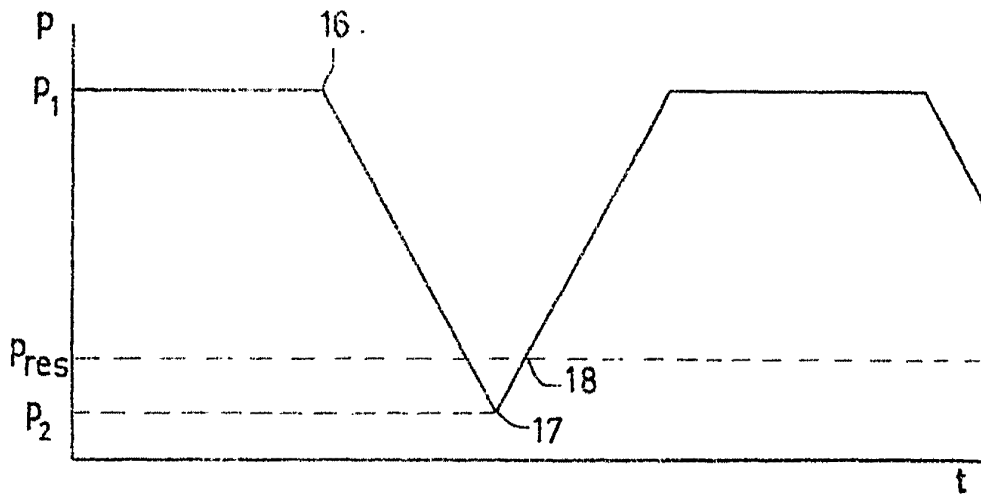


FIG.4

Handwritten text or signature at the bottom right of the page.

311630

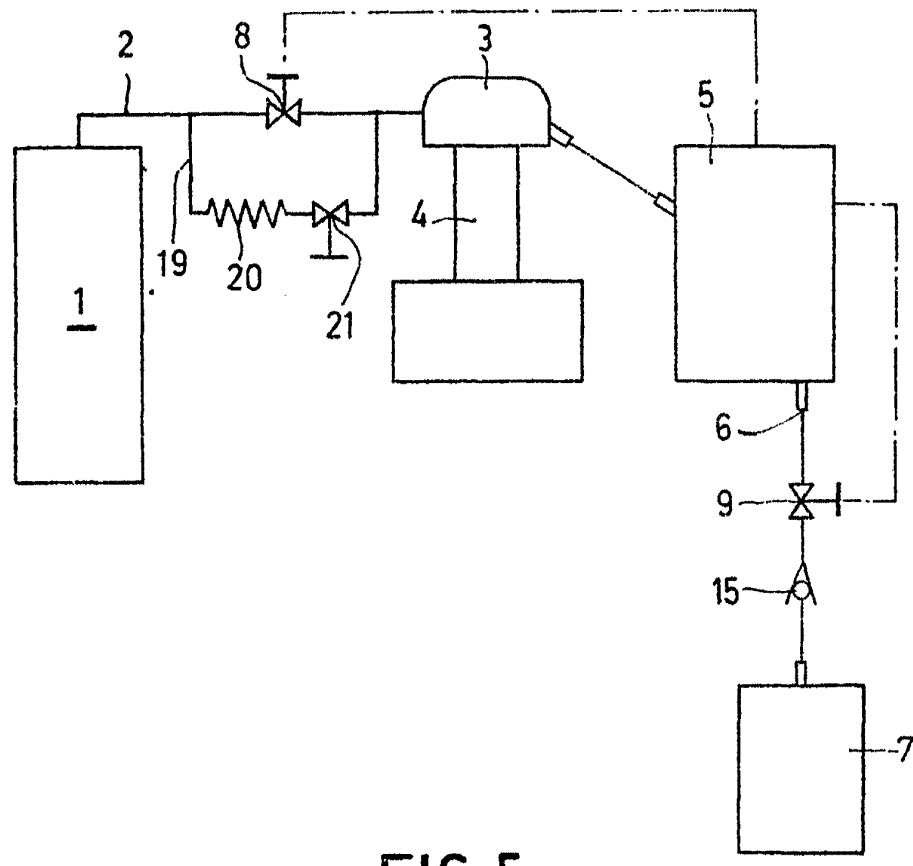


FIG. 5

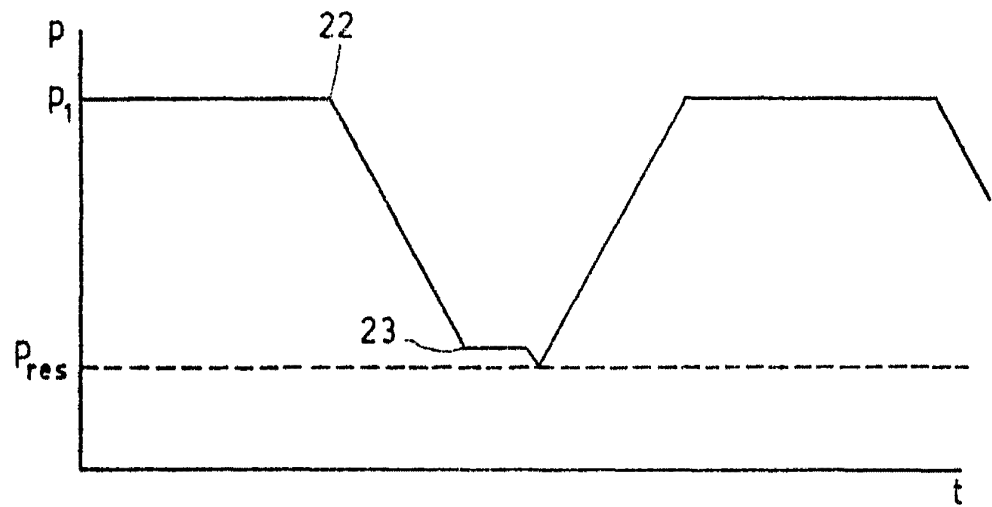


FIG. 6

Atterhøj & Sørensen
Box 1, per

3116-4

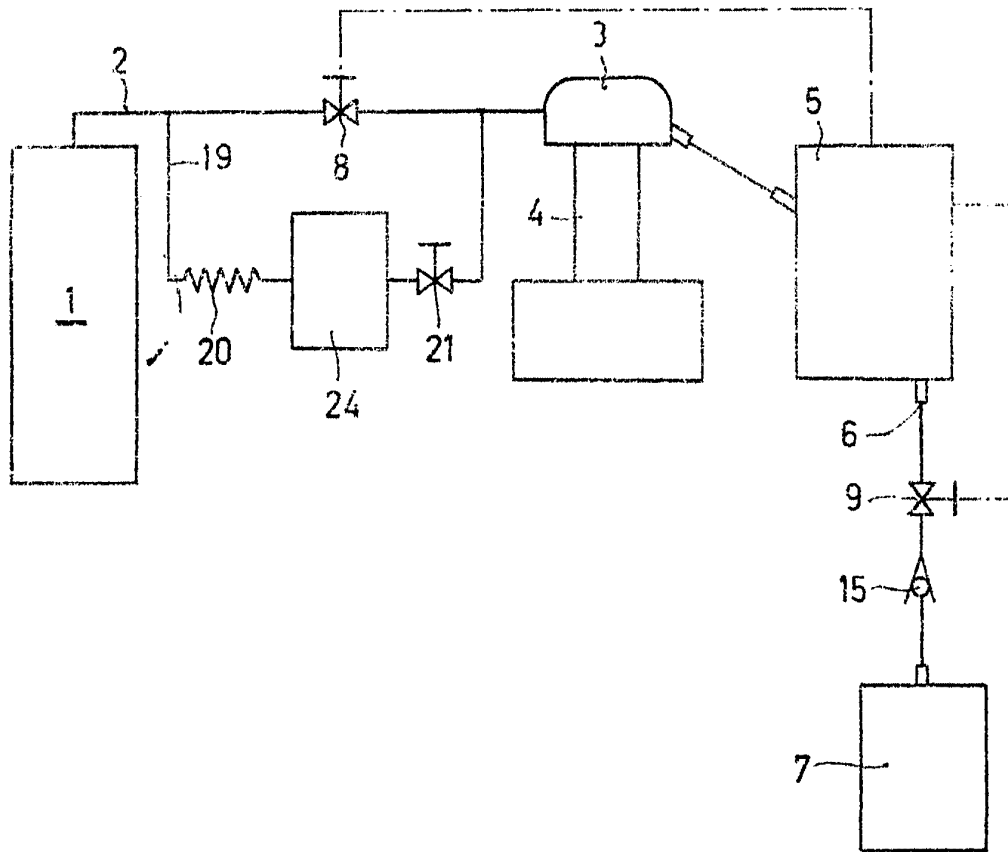


FIG. 7

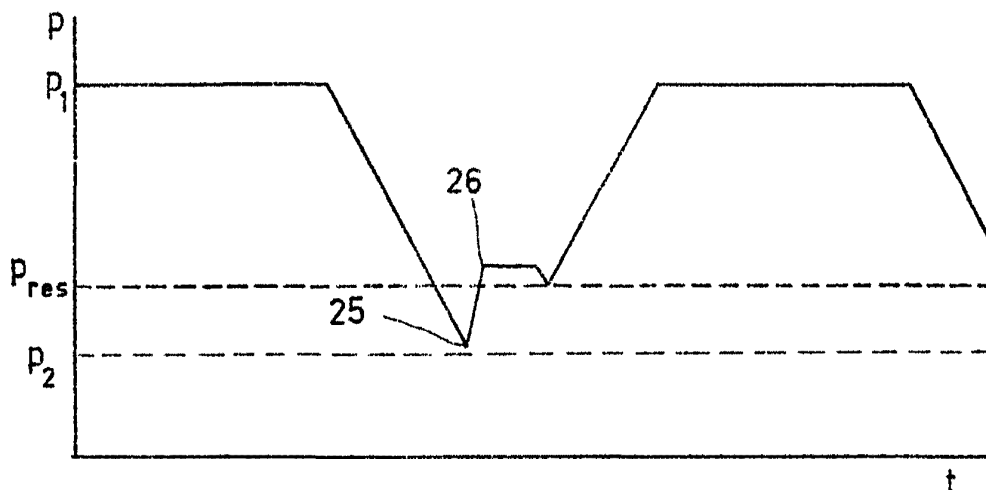


FIG. 8

Handwritten notes or signature in the bottom right corner.

311630

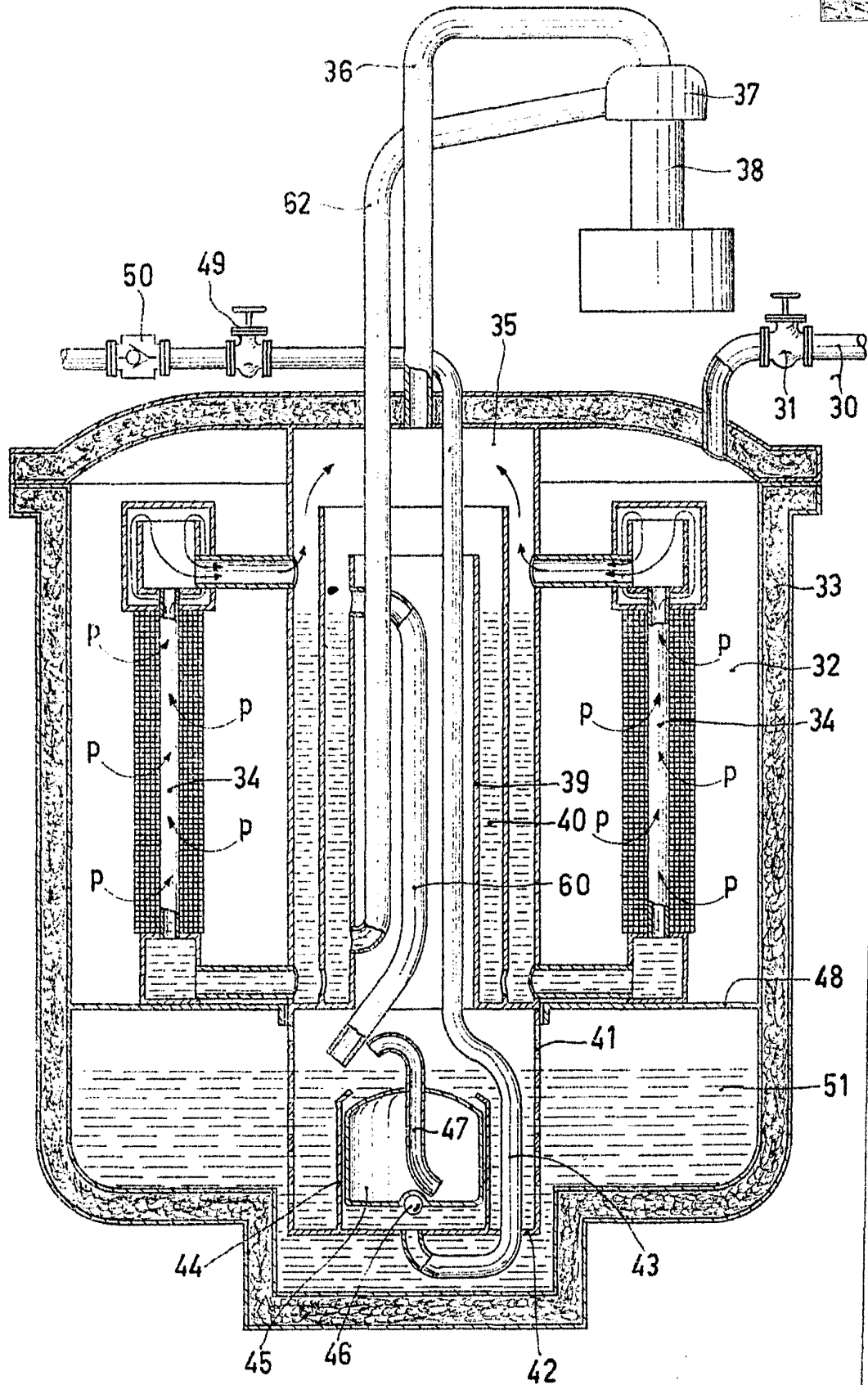
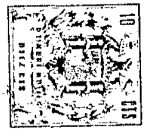


FIG. 9