



C/L.

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de invención, por veinte años, por: " Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles " a favor de la r. s. Aktiengesellschaft für Industriegasverwertung, residente en Berlin - Eritz. Gradestrasse, 91 - 107.-

==:==:==:==:==:==:==:==:==:==

La invención se refiere a un aparato para transvasar un líquido volátil que ha sido producido con bastantes gastos y que desprende una fase gaseosa durante el transvasamiento, desde una región de presión relativamente baja a una región de presión relativamente alta con una evaporación de desperdicio de material relativamente pequeño.

Mucho mas específicamente, la invención se refiere a un sistema de recipientes, por el cual cargas de material líquido costoso que es altamente volátil a la presión atmosférica normal, por ejemplo un gas licuado, tal como algunos hidrocarburos licuados, oxígeno líquido, nitrógeno líquido y similares, son económicamente y rápidamente transvasados desde un recipiente de suministro a una presión relativamente baja a un recipiente receptor a una presión re-



lativamente alta, de una forma que induce a la recondensación substancial de la fase gaseosa en el líquido, dentro del aparato transvasador, de manera que aumente el total neto de líquido transvasado.

La invención tiene por objeto en general, el proporcionar
5 un sistema perfeccionado y una disposición de recipientes para transvasar cargas sucesivas de un material líquido relativamente frío del carácter indicado desde un recipiente de suministro a una presión relativamente baja a un recipiente final a una presión relativamente alta, de una manera por la cual se preserva la capacidad de
10 condensación del líquido en una alta extensión y se usa esto para reconvertir una mayor porción de la fase gaseosa en el líquido reduciendo así las pérdidas cuando se dá salida a la fase gaseosa, en una extensión que es comercialmente importante.

Mucho más específicamente la invención tiene por objeto
15 la provisión de un sistema de recipientes transvasadores juntamente con un ciclo de operaciones para efectuar el transvasamiento de un líquido volátil en una sucesión de cargas uniformes desde un recipiente de suministro a un recipiente receptor a través de una pluralidad de etapas de presión creciente, mientras que la fase gaseosa
20 pasa a contra-corriente; el transvasamiento se efectúa de una manera que proporciona la capacidad condensadora en una serie incrementada a fin de que la refrigeración de la fase líquida con respecto a la fase gaseosa, pueda ser utilizada con una eficiencia altamente práctica a los fines de efectuar un total muy amplio de
25 condensación de la fase gaseosa residual en la fase líquida, por lo cual las pérdidas de la fase gaseosa cuando se ventila un recipiente transvasador inicial, puedan ser reducidas substancialmente a cualquier valor bajo deseado.

Es también un objeto el efectuar el transvasamiento deseado de carga ^{de} semejante material de una manera que efectivamente excluye substancialmente todo calor de origen externo para el material, que se transvasa antes de un punto predeterminado tal como el extremo de descarga, en el curso del transvasamiento a fin de redu-



1935

5 cir a límites prácticos la evolución de la fase gaseosa en el curso del transvasamiento antes de tal punto predeterminado. Esta exclusión se cumple preferentemente de una manera tal que el calor que se comunica desde fuera al sistema queda substancialmente excluido, mientras que el calor comunicado al líquido por las partes del sistema es reducido a un valor verdaderamente bajo.

10 Es otro objeto el proporcionar un sistema de recipientes transvasadores aptos para efectuar el transvasamiento rápido de los gases licuados, producidos por el consumo industrial, notablemente a oxígeno líquido, desde un depósito de transporte el cual está a una presión relativamente baja a un dispositivo receptor tal como un vaporizador o un receptáculo de almacenamiento a una presión relativamente alta, a fin de que el consumidor industrial pueda ser rápidamente servido de una manera que reduzca el llamado escape (blow-down) a la atmósfera en un valor despreciable y permite
15 la expedición económica de ambos, líquido o gas en puntos separados lejanos en cantidades variables con facilidad y rapidez.

Otros objetos de la invención son en parte obvios y en parte aparecerán en lo que sigue.

20 De acuerdo con ello, la invención comprende varios pasos y la relación de uno o varios de tales pasos con relación a cada uno de los demás y los aparatos que comprenden formas de construcción, combinaciones de elementos y disposiciones de partes adaptadas para efectuar tales pasos, todo como se ejemplariza en el siguiente texto detallado, y el alcance de la solicitud que se indicará en las reivindicaciones.

25 Para una amplia comprensión de la naturaleza y objetos de la invención, se hará una referencia en la descripción detallada que sigue, en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

30 La fig. 1, es una vista parcialmente en sección y parcialmente en elevación presentando una forma de realización de la invención sobre un vehículo, apta para el transporte comercial de un gas licuado, tal como oxígeno líquido y para transvasar el mis-



mo por medio de lo que aquí se llama recipientes conectados en cascada, a un vaporizador transportable para suministrar al consumidor industrial de gas oxígeno.

La fig. 2, es una vista parte en sección y parte en elevación mostrando un sistema simple comprendiendo recipientes conectados en cascada para transvasar un gas licuado de acuerdo con la invención.

La fig. 3, es una vista similar mostrando un sistema mucho más complicado de recipientes conectados para realizar el principio de cascada de acuerdo con la invención.

La fig. 4, es una vista similar mostrando un sistema todavía mucho más complicado de recipientes, parte de los cuales están conectados en serie y parte en paralelo para transvasar un gas licuado de acuerdo con la invención.

La fig. 5, es una vista parcialmente en elevación y parcialmente en sección mostrando asimismo otro sistema comprendiendo recipientes conectados parte en serie y parte en paralelo, realizando el principio de cascada y aptos para efectuar rápidamente un transvasamiento de gas licuado de acuerdo con la invención, y

Las figs. 6 y 7, son esquemas aclaratorios.

Hasta ahora, ha sido propuesto el transvasar material líquido de baja volatibilidad que es practicamente estable a la temperatura y presión atmosféricas normales, desde zonas de baja presión a zonas de alta presión, por medio de recipientes interconectados de una manera capaz de imponer presiones progresivamente aumentadas, en forma análoga al uso de compuertas en los canales conectando niveles de agua diferentes. Tales dispositivos conocidos, no tienen en cuenta ni tampoco solucionan el problema expuesto por la presente invención.

Por la presente invención se han establecido un sistema de recipientes transvasadores de volumen constante y un ciclo de operaciones de funcionamiento para efectuar la comunicación entre ellos por loscuales cargas substancialmente uniformes de líquido



están sujetas a una sucesión de presiones aumentadas, hasta que pa-
san a la alta presión deseada, siendo pasada a contra-corriente la
fase gaseosa que se produce en los recipientes en una relación de
intercambio de calor con el líquido y sujeta a una sucesión inver-
5 tida de presiones, de manera que una porción substancial de la fase
gaseosa es recondensada en el líquido en cada una de las presiones
sucesivamente menores. El número de etapas empleado es preferente-
mente tal que se utilice la capacidad total condensadora del líqui-
do en una extensión tan amplia como sea practicable; es afectado
10 el incremento de condensación al líquido transvasado en un punto
en el cual el material en la fase gaseosa en un recipiente inicial
que está en comunicación a la atmósfera se reduce a un valor que
es practicamente despreciable. Se llama un "sistema de cascada" por
brevedad, a un sistema de recipientes comunicantes que reciben car-
15 gas de líquido y efectúan el paso a contra-corriente de tal mate-
rial en las fases gaseosa y líquida por etapas, de una forma tal
que la fase líquida pase desde una región de baja presión a una re-
gión de alta presión.

La exclusión de calor del sistema de cascada de la pre-
20 sente invención, se realiza preferentemente, en primer lugar, por
el establecimiento de medios asociados con los recipientes trans-
vasadores para aislar estos recipientes contra el calor externo al
sistema. Cualquier agente aislante adecuado puede usarse para este
fin, por ejemplo, una envoltura de carbonato de magnesia.

25 Hay, sin embargo, una cierta cantidad de calor que puede
ser comunicada adicionalmente al líquido desde partes del sistema,
tal como el que queda remanente en las paredes de los recipientes
transvasadores, debido a su capacidad calórica y a la retención/^{después}de
cada paso de gas y al igualamiento de presión. Tal calor es comuni-
30 cable a la carga de líquido inmediata que entra en el recipiente,
desde las paredes que son calentadas por la fase gaseosa y son a
una temperatura ligeramente por encima de la temperatura de la car-
ga inmediata. Al excluir substancialmente la entrada de este calor



en el líquido cuando es así admitido, la capacidad de calor del líquido conteniendo medios se hace relativamente pequeña. Esto está preferentemente realizado por el establecimiento de los recipientes transvasadores o de una porción deseada de ellos con forros de un carácter que substancialmente retarde la conducción de calor entre las paredes del recipiente y el contenido; una forma preferida comprende receptáculos de chapa de metal fina o cestos los cuales tienen una masa relativamente pequeña y un bajo calor específico y forman contacto con el líquido y lo contienen. Un cesto semejante está preferentemente formado por adaptarse al interior del recipiente, y está soportado en una relación separada de las paredes interiores por medio de espaciadores que poseen relativamente un escasa conductibilidad calorífica. Una construcción adecuada de los recipientes, cestos y medios espaciadores, está detallada en la patente norteamericana número 1.948.477 expedida en 20 de Febrero de 1934, a nombre de Zenner. Las tuberías usadas para conectar los recipientes así empleados pueden ser forradas similarmente cuando se desee.

La exclusión de calor como aquí se propone es importante al realizar el transvasamiento de líquidos volátiles del carácter indicado, a causa de las diferencias de temperatura relativamente altas circundantes y el calor latente generalmente pequeño de los materiales que son vaporizados. Por otra parte el calor que penetra del exterior y que comunica por las partes del sistema puede producir una evolución indebida de una fase gaseosa durante el transvasamiento efectuado. El oxígeno líquido tiene un calor latente muy reducido el cual se hace más pequeño a medida que se acerca la presión crítica. Por esto parece que es deseable el hacer que la exclusión de calor aquí practicada sea mucho más rigurosa para los recipientes que están asociados con las altas presiones. Cuando las presiones son bajas, por ejemplo, en las proximidades de unas pocas atmósferas o cuando se transvasan ciertos hidrocarbonos licuados, puede prescindirse del uso de cestos.



14 NOV 1935

La exclusión del calor aquí practicada preserva la capacidad condensadora del líquido en adición a la reducción en masa de la fase gaseosa desprendida. La refrigeración del líquido es así preservada en una forma altamente eficiente, de manera que resulta un amplio aumento de condensación que se agrega a la fase líquida transvasada.

Se verá también que un gas licuado tal como oxígeno líquido, contiene una reserva de la llamada energía útil debida a su baja temperatura y a su alta densidad. Esta energía útil puede ser utilizada en un aparato adecuado para producir una auto-compresión del fluido desde un líquido a baja presión a un gas a alta presión y expedirle a un punto adecuado externo del sistema. Esto se efectúa como se notará sin la utilización de ninguna energía adicional fuera del calor circundante, tal como el de la atmósfera ambiente y sin pérdida apreciable de material. Se ha propuesto, sin embargo, el introducir calor controlable cuando se desea realizar la última conversión en el gas. Esto se hace cuando el material que es transvasado alcanza un punto predeterminado, por ejemplo, un vaporizador. Puede hacerse sin embargo, en otros puntos particularmente en un recipiente en el cual el material pasa a través de la temperatura y presión críticas. A tales presiones el transvasamiento bajo fuerzas operativas de un sistema que depende de diferencias de densidades es relativamente ineficaz. A este fin se ha considerado el proporcionar un recipiente transvasador semejante con medios para introducir calor controlable.

La naturaleza esencial del presente dispositivo de cascada puede ser comprendida del sistema simple indicado en la fig. 2. En esta, un par de recipientes transvasadores interconectados a y b, los cuales se han representado como forrados y provistos de envolturas aislantes de calor están establecidos para efectuar un transvasamiento de cargas del carácter indicado en dos etapas desde un recipiente de suministro c, el cual sirve como una fuente a una presión relativamente baja, a un recipiente receptor representado aquí



como un vaporizador d, al cual se aplica el suministro controlado de energía calórica para convertir el material en gas en una alta presión deseada. Mientras que los recipientes a y b están dispuestos para el paso de las cargas de material que se transvasan a través de cada recipiente sucesivamente, lo cual es aquí llamado un dispositivo en "serie", se ha considerado también el usar un dispositivo en el cual el material pasa a través de un recipiente transvasador, pero sólo siendo el material de c alimentado a los recipientes alternativamente. Una disposición semejante se llama una disposición en "paralelo". Se ha considerado también el usar recipientes conectados parcialmente en serie y parcialmente en paralelo en sistemas en que se usan tres o más recipientes.

En la disposición representada en la fig. 2, una cantidad de líquido predeterminada constituyendo una carga, es obligada a pasar a través de una conducción de entrada 10 hasta el recipiente inicial a bajo la influencia de una fuerza tal como la obtenida por presión, operativa en el sistema cuando es admitido por la apertura de la válvula de control 11. Al admitir la carga el gas en el recipiente a es desplazado. Se ha establecido que esto se verifica a través de un orificio o conducto de escape 12 que está controlado por una válvula 13. Este conducto cuando se abre permite al gas descargar directamente a la atmósfera, mientras que el líquido entra a través del conducto 10. Para admitir una cantidad substancialmente uniforme del líquido en cada carga, se asocia con el recipiente a un dispositivo medidor, de manera que se detenga el flujo cuando ha entrado una cantidad deseada de líquido. Para este fin puede emplearse cualquier dispositivo medidor adecuado, por ejemplo, un cierre de nivel en el conducto 12, el cual cierra automáticamente el mismo cuando ha entrado la cantidad deseada. En el dispositivo aquí ilustrado esto se realiza prolongando el conducto 12, como representado en 12' dentro del recipiente a, de manera que la boca sea alcanzada por el nivel del líquido cuando ha entrado la cantidad deseada. El chorro de líquido del recipiente c es detenido tan



pronto como el nivel predeterminado representado por el líquido su-
biendo hasta el conducto 12' es alcanzado en el recipiente a. El
material así admisionado al recipiente a se expande cuando se ca-
lienta por el calor intercambiado con la fase gaseosa. Consecuente-
5 mente el propio llenado del recipiente a es determinado por el ca-
rácter del líquido a transvasar a él si se desea tener un espacio
de gas en el recipiente a, suficiente para permitir que se verifi-
que tal expansión sin desbordar el forro o cesto. El escape de gas
residual desde el recipiente a considerado aquí, nunca reduce la
10 presión del recipiente a suficientemente más abajo que en el reci-
piente c para llevar a cabo el chorro deseado.

Quando se desea transvasar el material desde el recipien-
te a al recipiente b se abre la válvula 14 en el conducto 15 para
permitir primeramente el paso por este de un chorro de gas que pue-
15 de haber quedado en el recipiente b como un residuo de una opera-
ción previa dentro de la carga de líquido del recipiente a. Se ve-
rifica un cambio de calor por contacto directo entre el gas y el
líquido, por lo cual una porción del gas es condensada a la vez que
la temperatura del líquido se eleva y este finalmente busca un equi-
20 librio de presión y temperatura, el cual es por encima de las condi-
ciones originales de carga del líquido y por bajo de la presión ori-
ginal en el recipiente b. El líquido es por tanto descargado desde
el recipiente a al recipiente b utilizando la fuerza de gravedad.
Este paso es facilitado por el establecimiento del conducto de co-
25 municación de gas 16 controlado por la válvula 17, la cual cuando
está abierta permite el desplazamiento del gas desde el recipiente
b al recipiente a por el líquido que fluye desde el recipiente a
al recipiente b. El volumen del recipiente b puede no ser el mismo
que el del recipiente a; por ejemplo, puede ser mayor a fin de pro-
30 porcionar un espacio de gas y líquido que pueda estar acomodado en
una relación deseada a la expansión de gas y líquido cuando son ele-
vados a una temperatura media por encima de la del recipiente a. Se
verá que la energía interna del gas bajo presión en el recipiente b



cuando pasa dentro del líquido en el recipiente a es absorbida por este líquido a causa de la capacidad condensadora del mismo con la condensación resultante de la fase gaseosa dentro de la fase líquida. Esto es en consecuencia una redistribución de la energía interna en el sistema comprendiendo recipientes a y b sin un cambio substancial en la energía interna total del sistema desde que el calor de origen externo está rigurosamente excluido y no realiza trabajo interno. Esta serie de hechos operativos puede por ello ser idealmente llamada una igualación adiabática de presión, aún cuando en la práctica puede introducirse algo de calor en el sistema.

La carga de líquido existente ahora en el recipiente b es descargada al recipiente vaporizador d el cual está representado como un serpentín dispuesto dentro de una caja 24 y expuesto a un medio calentador circulando a través de la caja. La descarga se efectúa utilizando una fuerza de origen externo tal como la fuerza de gravedad cuando la válvula 18 que controla el conducto de descarga 19 de paso al vaporizador es abierta, y las presiones del gas igualadas por la apertura de la válvula 20 en el conducto 21. Otras fuerzas de origen externo para mover el líquido, distintas de la fuerza de gravedad pueden utilizarse como se muestra en la descripción de las figs. 3 y 4.

El líquido que fluye dentro del vaporizador d es vaporizado por calor suministrado allí y la presión en el sistema que comprende los recipientes b y d alcanza un valor deseado relativamente alto. Una cantidad deseada del gas producido se descarga en los recipientes de almacenaje i o en los aparatos consumidores que son acoplados al sistema en e para recibir el suministro que pasa a través del conducto 22 cuando se abre la llave 23. El calor que realiza la presión para efectuar la descarga se suministra de una manera regulable al vaporizador d, y la mayor porción del mismo es contenida en el material descargado a través del conducto 22. Sin embargo, una considerable cantidad de calor bajo la forma de energía interna permanece en el gas que queda en el recipiente b des-



14. NO. 1935

5

pués de la descarga. Esta energía así como el material que la contiene pueden retornarse al líquido que se está transvasando en cualquier extensión deseada por aplicación del principio de cascada. En el ejemplo de la fig. 2, una gran parte de tal energía es retenida en el sistema por condensación del gas desde el recipiente b a una carga fresca de líquido en el recipiente a.

10

La descarga actual desde el sistema suministrada en e es menor en masa que la masa de carga suministrada por el recipiente de suministro para la masa del escape, y por ello la descarga neta representa el material que pasa a través del sistema de cascada en la dirección que va desde el recipiente inicial al final, mientras que el escape o pérdida neta representa el material neto que pasa por el sistema en la dirección inversa.

15

El principio de esta operación puede ser mucho más fácil comprendido con referencia a las figs. 6 y 7, en la cual la fig. 6, presenta esquemáticamente la transferencia de calor y energía interna que se verifica en el sistema entre los recipientes a y b, mientras que la fig. 7, presenta de una manera semejante el caudal de masa de material a través del sistema y la redistribución del gas desplazado dentro del sistema en el transvasamiento entre recipientes, como se verá de la descripción detallada de estas figuras que se dá a continuación.

20

25

En la condensación aquí efectuada el volumen de los recipientes a y b (denominados más abajo v_a y v_b) son de curso constante. Para los fines de análisis se presume que estas condensaciones ocurren rápidamente, y que los recipientes son perfectamente aislados y que no entra calor o no le cede el material en los recipientes a y b durante el proceso de condensación. Por tanto para el sistema comprendiendo recipientes a y b, la primera ley de termodinámica establece:

30

$$dQ = dU + dW \dots\dots\dots (1)$$

en el cual

dQ significa el calor agregado al sistema desde el exterior



dU significa los cambios de energía interna del sistema

dW significa el trabajo realizado por el sistema al exterior.

Ahora evidentemente, $dQ = 0$, y puesto que el volumen del sistema es constante, $dW = 0$, y de aquí se deduce que $dU = 0$, de mane-

5 ra que el cambio en la energía interna del sistema ^{antes} / y después de la condensación es 0, o sease, que la energía interna se mantiene cons-
tante. La energía interna de un gas es una función de la temperatu-
ra solamente para un gas perfecto, pero es también una función de
la presión para líquidos y gases imperfectos.

10 Concediendo que, m_f significa masa de líquido y gas en el
recipiente a
 m_g significa masa de gas en el recipiente
b antes de la igualación del flujo
 u_f significa la energía interna por unidad
de masa en el recipiente a, y
 u_g significa la energía interna por unidad
de masa en el recipiente b.

Tendremos $m_f u_f + m_g u_g = U_k$ (una constante, dando la energía interna
15 antes y después de la mezcla (2

$m_f + m_g = m_0$ (una constante) (3.

Puesto que el gas o vapor condensado dentro del líquido está
más calentado y tiene una presión mas alta que el líquido, se agre-
ga calor al líquido por el gas que se condensa en él. Por ello, la
20 presión, la temperatura, la masa y el volumen específico del líqui-
do aumentarán.

Es teoricamente posible predecir el estado final del líquido
en a y del gas en b como un resultado de la condensación del últi-
mo en el primero. Para esto es necesario conocer las condiciones
25 iniciales tales como la masa, presión y temperatura del gas y lí-
quido, el volumen de los recipientes y las propiedades termo-diná-
micas del líquido y gas, particularmente la energía interna como
una función de presión y temperatura o volumen.

En general se han preparado diagramas termo-dinámicos para
30 varios líquidos, los cuales dan una cantidad térmica o cantidades,
como una función de las llamadas variables volumetricas p, t y v.
Por ejemplo, en el diagrama entropia temperatura, son usualmente
dadas la constante total de calor y las líneas de presión. En la



carga de calor de la presión total se dan temperatura constante y líneas de entropía constantes. Es importante notar que las funciones de entropía y calor total son únicas para cualquier estado de una sustancia. Por ejemplo, a cualquier presión y temperatura, un fluido dado tiene un valor y solamente uno para la entropía o el calor total. La energía interna es también una función que se define por el estado de la sustancia. Si una sustancia se cambia por cualquier proceso, desde un estado a otro, el cambio en energía interna, entropía o calor total es independiente del curso y es un valor definitivo. En la presente discusión, la significación física de estas cantidades no debe entrar. Matemáticamente son funciones que se usan al investigar las condiciones de presión y temperatura que resultan en una fase líquida cuando una fase gaseosa se condensa en aquella bajo condiciones aquí impuestas. Debe notarse que la energía interna es un concepto fundamental, mientras que el calor total y la entropía son derivados. Para un gas perfecto el cambio en energía interna es igual al calor específico en volumen constante, medido el cambio en temperatura, mientras que el cambio en calor total es igual al calor específico a presión constante medido el cambio en temperatura. En otras palabras la energía interna es a C_v exactamente como el calor total es a C_p . Puesto que las operaciones aquí practicadas envuelven relaciones de volumen constante, la función de energía interna es fundamental.

La reducción de pérdidas de escape desde un recipiente de transvasamiento inicial por condensación en la carga inmediata de líquido, es un ventajoso resultado obtenido por el uso del presente sistema de cascada. Este es esencialmente un proceso térmico. Al igual que en muchos procesos térmicos, las posibilidades físicas y limitaciones del sistema son determinadas por las oscilaciones de calor y material. Esta oscilación para el presente sistema de cascada, difiere de los que comprenden un flujo uniforme donde material de iguales características puede ser llevado en la misma dirección en cualquier momento, mientras que los recipientes en el sistema de



5 cascada son sucesivamente cargados y descargados.

La oscilación del calor para el presente sistema de acuerdo con la primera ley de termo-dinámica desde arriba, dá la energía interna U_k del sistema como constante para el proceso de igualación, puesto que no está en contacto térmico o mecánico con el exterior. Para el material respectivamente en los recipientes a y b cuando pasa del estado (1) al estado (2) la ecuación (2) antes establecida

$$U_k = m_1^a u_1^a + m_1^b u_1^b = m_2^a u_2^a + m_2^b u_2^b \dots\dots\dots (4)$$

10 donde m_1^a es la masa del material en el recipiente a antes de la igualación y u_2^b es la energía interna por unidad de masa en b después del flujo. Los otros términos usan los simbolos de manera similar.

15 El equilibrio de la materia presentado en la ecuación (3) para el cambio del estado en los dos recipientes, no entrando material desde el exterior, en manera similar establece

$$m_1^a + m_1^b = m_2^a + m_2^b \dots\dots\dots (5)$$

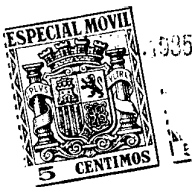
20 Por m_1^a se señala la masa de material en a antes de la igualación. Esto incluye el peso de material en ambas fases cuando las dos fases están presentes. Asimismo u_1^a es la energía interna media representada por unidad de masa de manera que $m_1^a u_1^a$ incluye la energía interna de ambas fases.

25 Computando la energía utilizable del líquido en el sistema, por ejemplo la del oxígeno líquido, se verá que la substancia puede ser vaporizada y obligada a comprender en sí mismo el gas a una presión relativamente alta sin la introducción de otra energía que calor desde las inmediaciones; verificándose esto por el presente procedimiento sin pérdida apreciable de material.

30 A fin de determinar la energía utilizable, se recurre a la segunda ley de termo-dinámica, recordando que el calor total, por definición, para cualquier sistema es:

$$I = U + Apv \dots\dots\dots (6)$$

en donde I... significa el calor interno



U... significa la energía interna, y

Apv. significa el trabajo, en términos de unidades de calor determinado por el volumen y a través del cual se mueve un pistón a una presión p siendo A la recíproca del equivalente mecánico de calor.

5

Así por la ecuación diferencial (6) tenemos que

dI = dU + Apdv + Avdp (7.)

Pero por definición, de la primera ley de termo-dinámica como se estableció arriba tenemos que

10

dQ = dU + Apdv,

6

= dI - Avdp.

Por la segunda ley de termo-dinámica y para un proceso reversible, esta última expresión es igual a la temperatura (T) tiempo del cambio de entropía (dS). Por sustitución tenemos:

15

TdS = dI - Avdp

por lo tanto Avdp = dI - TdS (8.)

La cantidad Avdp se vé es positiva para una presión creciente.

La presunción de proceso estrictamente reversible de acuerdo con la segunda ley de termo-dinámica requiere que el intercambio de calor aquí considerado sea también reversible. A fin de alcanzar la reversibilidad última, todos los intercambios de calor se presume aquí que se verifican bajo diferencias de temperatura infinitesimales, a la temperatura ambiente, T0, (indicada a continuación como 20° C. ó 293° K.). Esta temperatura para el intercambio de calor es posible presumiendo con presiones adiabáticas reversibles o expansiones necesarias para alcanzar T0. Con esta limitación el último término de la ecuación (8) se convierte en T0 dS. Así por integración de ambos términos* tendremos

20

25

∫1 2 Avdp = I2 - I1 - T0(S2 - S1) (9)

30

en donde ∫1 2 Avdp se considera como el trabajo de un compresor reversible ideal o una máquina de expansión operando sobre un flujo continuo y suministrado con un medio que penetra en un estado (1) y sale en otro estado (2). Los valores negativos para el total re-



presentan el trabajo que puede ser obtenido del fluido al pasar de un estado a otro. Esta es la energía aprovechable y que se indica aquí por Q_A . Por lo tanto:

$$Q_A = I_2 - I_1 - T_0(S_2 - S_1) \dots\dots\dots (10.)$$

5 La energía aprovechable de una libra de oxígeno líquido a la presión atmosférica comparada con una libra de gas a la presión atmosférica y a 20° C. puede establecerse por las tablas que existen publicadas. La ecuación (10), en términos de unidades térmicas británicas, se establece así:

$$10 \quad Q_A = 173 - 0 - 293 (1.48 - 0) \\ = -261 \text{ (unidades británicas térmicas /libras).}$$

De una manera similar la energía aprovechable de una libra de oxígeno gaseoso a 2.000 libras por pulgada cuadrada y 20° C. por ejemplo, se establece como siendo -160.3 libras por pulgada cuadrada.

15 Este valor es menor que la energía utilizable de una libra de líquido y de ello se sigue que un aparato reversible sin fricción puede utilizar la energía aprovechable del líquido para producir 2.000 libras por pulgada cuadrada de gas a 20° C. y al mismo tiempo expedir la energía aprovechable sobrante en forma de trabajo. En cualquier aparato práctico son inevitables algunas pérdidas. Así el valor de la energía aprovechable de 2.000 libras por pulgada cuadrada de oxígeno gaseoso es menor que la del líquido, de manera que un aparato puede establecerse en el cual la energía utilizable de oxígeno líquido es ampliamente utilizada para producir oxígeno gaseoso de alta presión sin precisar trabajo externo o incurrir en
20 pérdidas substanciales de material, requiriendo únicamente la adición o substracción de calor de la atmósfera circundante. A continuación se detallan algunas disposiciones ventajosas de aparatos que realizan la substracción y utilización de este calor.

30 La energía transferida desde el recipiente b al recipiente a dada anteriormente en la ecuación (4), está gráficamente representada en un esquema de flujo ilustrativo como representado en la fig. 6. Aquí la energía original del material en el recipiente a es-



1935

tá tomada arbitrariamente como siendo substancialmente cero, y está representada por la línea vertical f dibujada hacia abajo en la parte superior izquierda y se introduce en el sistema que está representado por el rectángulo incluido; el movimiento del líquido se presume que es hacia abajo mientras que el movimiento del gas está representado hacia arriba. El valor de calor o energía interna llevada está señalado por la anchura de las corrientes. La corriente f de líquido recibe primero un aumento substancial de energía del gas transvasado desde el recipiente b como se representa por la corriente g que se une por la derecha. El ingreso no controlado de calor debido al calor filtrado, etc., está representado por la corriente h que penetra en el sistema por la izquierda y se une a la corriente hacia abajo. La entrada controlada de calor se representa por la corriente ancha k que entra por la izquierda. En el fondo la salida de la corriente l se muestra como representado la energía interna de la descarga, llevando una mayor parte de la energía térmica que entra en el sistema. Empalmado fuera de la corriente hacia abajo por su lado derecho dentro del sistema se ha representado una corriente m que representa la energía interna en el gas remanente en el recipiente final b después de la descarga líquida, y el cual fluye hacia arriba cuando se transvasa al recipiente a. La porción mayor de la energía interna en la corriente hacia arriba, se transfiere a la izquierda formando la corriente g, la cual se une a la corriente líquida f, mientras que el remanente se escapa del sistema con el escape, como se ha representado por la corriente n que aparece en el lado superior derecho. Un equilibrio requiere que la suma de todas las energías térmicas que entran en el sistema sean iguales a la suma de todas las energías térmicas que salen del sistema. Esto es:

30
$$h + k = l + n - f \dots\dots\dots (11.$$

El esquema de la fig. 7, representa el equilibrio de masas de la ecuación (5) y el flujo de material en un sistema de cascada de dos pasos, llevando el flujo líquido hacia abajo y el flujo de gas



5 hacia arriba al igual que anteriormente, mientras que el ancho de la corriente indica la cantidad por peso. La corriente líquida entra por la parte superior izquierda, indicando el ancho p el peso de una carga. El escape está representado por la corriente que sale por el lado superior derecho poseyendo un ancho q que indica el peso del escape de gas perdido por carga. El peso de descarga está representado por el ancho r de la corriente que sale por el fondo. La relación entre estas cantidades se vé que está dada por la siguiente ecuación:

10
$$p = q + r \dots\dots\dots (12.)$$

Esta ecuación establece simplemente que la carga es igual a la descarga neta más el escape neto. Dentro del sistema las corrientes de gas que van hacia arriba representan el gas transvasado desde el recipiente a al recipiente b, siendo la porción que fluye de la izquierda para unirse a la corriente líquida la porción condensada, mientras que el flujo remanente que sale por el lado superior derecho es el escape.

En la fig. 1, se ha representado una aplicación comercial empleando una disposición de recipientes transvasadores para aplicar el presente procedimiento a los fines de efectuar un transvasamiento de oxígeno líquido al aparato consumidor industrial. Aquí 25 representa el chasis de un vehículo motor que transporta un recipiente de suministro c conteniendo un suministro u oxígeno líquido a una presión relativamente baja, el cual debe ser expedido como gas a un consumidor a una presión relativamente alta. El recipiente c está dispuesto dentro de una caja aisladora 26 que protege el líquido del influjo de calor indeseable de la atmósfera. Adyacente al recipiente c se dispone una caja 27 que contiene un sistema de cascada de recipientes dispuestos para efectuar el transvasamiento de oxígeno líquido desde el recipiente c a un vaporizador de alta presión d indicado como existente sobre el vehículo dentro de una caja 28 y poseyendo una conexión de descarga o salida e para servir a un consumidor. La caja 27 se ha hecho substancialmente



27.1935

- 19. -

hermética de manera que los aparatos dispuestos dentro de ella puedan estar protegidos de la influencia del calor de la atmósfera por la evacuación del aire de la caja o por relleno del espacio no ocupado por los aparatos con un material aislante del calor.

5

El sistema de recipientes dentro de la caja 27 puede ser cualquier sistema de cascada de acuerdo con la presente invención, por ejemplo, como representado en las figs. 2, 3, 4 o 5. Específicamente el que se ha intentado representar para montar sobre un vehículo en la fig. 1, se encuentra ilustrado en la fig. 5. Conexión de carga de líquido se ha representado en 10 en la fig. 1, saliendo del fondo del recipiente de suministro c poseyendo un dispositivo medidor de líquido indicado en 10' y pasando a la parte superior de un recipiente inicial señalado por 73 a los fines de suministrar al sistema cargas medidas de oxígeno líquido a una presión relativamente baja.

10

15

20

25

30

El transvasamiento de oxígeno líquido desde el recipiente c al serpentín d se verifica haciendo pasar una cantidad de líquido a través del conducto 10 hasta el recipiente transvasador inicial indicado, el cual funciona a la presión más baja del sistema. Este suministro puede realizarse bajo la influencia de una presión establecida en el recipiente c, relativamente baja, por ejemplo cinco libras por pulgada cuadrada, pero excediendo la del recipiente transvasador inicial. El establecimiento de esta presión en el recipiente de suministro puede realizarse de cualquier manera adecuada, por ejemplo, por medio de un serpentín evaporador auxiliar tal como 29 dispuesto como se detallaba en una patente de Heylant de 20 de Junio de 1933. El transvasamiento del líquido desde el recipiente de suministro c al serpentín d puede efectuarse por cualquiera de los sistemas de cascada descritos a continuación con referencia a las descripciones de las figs. 2, 3, 4 y 5; el conducto 10 para suministro de líquido a las diversas series de recipientes representadas se muestra en cada una de las diversas figuras. Un sistema de cascada cuando está así establecido sobre un vehículo a



motor y utilizado para expedir las cantidades deseadas de material regasificado a dispositivos consumidores en varias localidades, tiene unas pérdidas netas verdaderamente bajas al expedir gas a las presiones deseadas.

5 En la fig. 3 se ha representado una instalación de recipientes transvasadores a presión 31, 32 y 33 conectando cada uno de ellos a un conducto 10 común múltiple de carga de la fase líquida, a través del cual se suministra líquido a cada uno de los recipientes 31, 32 y 33. Estos tres recipientes están también conectados para ventilarse a través de un conducto común múltiple por el conducto de escape 30. Un conducto de recogida común 34 está previsto comunicando con cada uno de los recipientes para descargarlos conduciendo este conducto al serpentín 35 de un vaporizador de alta presión. En esta disposición los recipientes transvasadores se denominan después como conectados "en paralelo". Aún cuando se han representado solamente tres recipientes es indudable que pueden emplearse cuatro o más.

10 A fin de igualar las presiones y temperaturas en los recipientes, antes de descargar el líquido, se ha previsto un conducto 20 36 que va desde el serpentín 35 conectado a través de un conducto común múltiple 36a al espacio de gas de cada uno de los recipientes 31, 32 y 33, estando dicha conexión representada como abastecida por los conductos empalmados 36' 36'' 36'''. En el conducto 36 se ha intercalado un medio para atender mecánicamente el flujo de fluido a través de ellos el cual está representado como un compresor 25 centrífugo 37 que tiene su entrada en 38 y su salida en 39 estando accionado por un motor eléctrico 40. Al ser accionado el compresor 37 crea una diferencia de presión entre el serpentín 35 y el recipiente transvasador, el cual es descargado suficientemente para acelerar el flujo de líquido y producir su elevación contra una presión relativamente baja.

30 El serpentín 35, puede sin embargo estar establecido en una elevación deseada sobre la porción más baja de los recipientes



transvasadores. Un medio de intercomunicación se encuentra también asociado con estos recipientes para introducir gas de un recipiente a través del líquido contenido en otro. Estos medios están aquí representados como comprendiendo un conducto independiente 41 conectado por medio de los conductos de empalme 41' con el extremo inferior del recipiente 31, por medio del conducto de empalme 41'' con el extremo inferior del recipiente 32 y por medio del conducto de empalme 41''' al extremo inferior del recipiente 33. Las conexiones a cada uno de los recipientes están controladas preferentemente por medio de válvulas. Conforme a esto, la comunicación de la conexión 10 con el recipiente 31 se representa como controlada por la válvula 42', así como una válvula 43' se ha representado como controlando la conexión con el conducto de ventilación 30. Una válvula 44' controla la salida al conducto colector 34, mientras que la válvula 45' controla el empalme de conexión 36' al conducto 36. Una válvula 46' controla el empalme de conexión 41' que conduce al conducto 41, estando asociadas válvulas similares con los recipientes 32 y 33. Una válvula 47 se ha representado también controlando la salida e del serpentín vaporizador.

20 En funcionamiento, el ciclo de operaciones puede presumirse que se pone en marcha cuando las válvulas están cerradas, los recipientes exentos de líquido pero conteniendo gas y el serpentín vaporizador lleno de gas a una presión relativamente alta. Para poner en marcha el sistema, los recipientes se llenan sucesivamente con cargas de líquido llevadas con el conducto 10 al abrir las válvulas correspondientes que controlan la conexión múltiple, por ejemplo, el recipiente 31 se llena de una carga deseada por la apertura de las válvulas 42' y 43'. La presión en el recipiente 31 primeramente se iguala con la de un recipiente inmediato que está lleno de gas, por ejemplo con el recipiente 32, por la apertura de las válvulas 46' y 46'' con lo cual resulta una presión en el recipiente 31 y en el recipiente 32 que es intermedia a la inicial en el recipiente 31 y en el recipiente 32 y una condensación de una



parte del gas del recipiente 32 dentro del líquido del recipiente 31. Cuando se ha realizado esta primera etapa de equilibrio, se efectúa una segunda en una presión algo mayor con otro recipiente, en este caso con el recipiente 33 por apertura de la válvula 46''' después que la válvula 46'' ha sido cerrada. Cuando se ha completado esta igualación intermedia, se efectúa una igualación total con el serpentín 35 por la apertura de la válvula 43'. A continuación se abre la válvula 44' y se pone en marcha el compresor 37 el cual crea una diferencia de presión que se traduce en una aceleración del flujo del líquido desde el recipiente transvasador al serpentín. Cuando todo el líquido está descargado el recipiente 31 estará lleno de gas teniendo una presión igual o ligeramente mayor que la existente en el vaporizador.

La realización de esta forma efectuando la igualación en una pluralidad de etapas, antes de la que se alcanza finalmente antes de la descarga, realiza una gran cantidad de condensación de la fase gaseosa de la que podría alcanzarse de otra forma, puesto que en cada etapa de las igualaciones intermedias se aplica una sucesión de presiones cada una de las cuales hace posible otra capacidad condensadora del líquido, ya que cada presión mayor aplicada al líquido, eleva el punto de ebullición y utiliza otra vez la capacidad condensadora, por lo cual se utiliza la energía aprovechable del líquido de una manera cada vez más eficiente.

Mientras el recipiente 31 se descarga, el recipiente 32 debe llenarse de manera que a la conclusión de la descarga pueda ser igualado primero con el recipiente 33 y después con el recipiente 31. Se ve así que el residuo en fase gaseosa en cada recipiente se verifica en una pluralidad de presiones tales que queda en un recipiente a una baja presión cuando este recipiente es finalmente ventilado para admitir una nueva carga.

En la fig. 4, se ha representado una instalación de recipientes transvasadores a presión, parte en serie y parte en paralelo, por el cual puede relativamente efectuarse una rápida descar



ga y un funcionamiento relativamente continuo del vaporizador. Aquí,
48 indica una hilera de recipientes a presión dispuestos sobre una
segunda hilera 49 y dispuesta para descargar líquido en ella, exis-
tiendo dos recipientes 50 y 51 comunicando cada uno de ellos con
5 un transvasador múltiple de líquido 52 conduciendo desde el reci-
piente 49. El forro de chapa metálica delgada o cesto 48' del re-
cipiente 48 retarda substancialmente el flujo de calor de las grue-
sas paredes del recipiente de presión a la carga líquida que exis-
te en él. Orificios de ventilación en la porción superior de los
10 cestos prevee la igualación de presión en el reducido espacio en-
tre el cesto y las paredes del recipiente de presión. Este espacio
puede establecerse soportando el cesto con un relleno de material
de reducida conductibilidad el cual realiza el efecto aislante de
calor deseado y facilita que el transvasamiento se realiza bajo
15 condiciones aproximándose a las condiciones adiabáticas ideales
deseadas. Estos recipientes comunican también por su extremo infe-
rior con un conducto múltiple común 53 de descarga de líquido el
cual conduce al vaporizador 54. Un medio de interconectar gases 55
entre el vaporizador y los recipientes 50 y 51 tiene empalmes 55'
20 y 55'' conectando respectivamente con el espacio del gas de los re-
cipientes 50 y 51. Un conducto igualador 56 penetra dentro del re-
cipiente 49 terminando inmediato a su parte superior y poseyendo
ramales 56' y 56'' que comunican respectivamente con el espacio
de gas de los recipientes 50 y 51. Un conducto saliente similar 57
25 está establecido para ir desde el espacio del gas del recipiente
49 a la parte superior del recipiente 48. Un conducto de ventila-
ción 58 sale de la parte superior del recipiente 48 estando con-
trolado por una válvula 59. Una válvula 60 está establecida en el
conducto 10 para controlar la entrada. Una válvula 61 controla la
30 conexión por la cual el recipiente 48 descarga líquido dentro del
recipiente 49 y una válvula 62 controla la conexión 57. Las válvu-
las 63' y 63'' controlan respectivamente las entradas a los reci-
ipientes 50 y 51 por el conducto múltiple de descarga de líquido 52.



14.IV.1935

De manera similar las válvulas 64' y 64'' controlan los ramales de salida al conducto colector 53. Válvulas 65' y 65'' controlan respectivamente la comunicación de los ramales 55' y 55'' con el conducto 55. Las válvulas 66' y 66'' controlan de una manera similar los ramales dependientes 56' y 56'' del conducto 56 que entra en los recipientes 50 y 51 respectivamente.

A fin de condensar gas del recipiente 49 dentro del líquido contenido en el recipiente 48 se ha establecido un conducto 67 controlado por la válvula 68 que va desde el espacio de gas del recipiente 49 a la porción más baja del espacio de líquido del recipiente 48 donde está provisto de medios adecuados para difundir el gas a través del líquido, tal como un distribuidor 67' poseyendo una pluralidad de pequeños orificios. Tales medios efectúan la condensación rápida y extensa de gas que pasa entre los recipientes; se han previsto medios similares para efectuar una igualación cruzada entre los recipientes 50 y 51 bajo la forma de un conducto de conexión distribuidor 69 poseyendo una válvula de control 70. Este conducto interconexiona las partes más bajas de los espacios del líquido de ambos recipientes cuando se abre la válvula 70.

La descarga de líquido a través del conducto 53 al vaporizador 54 se acelera y se efectúa en contra de una presión producida por el sitio de colocación del vaporizador por medio de una bomba rotativa 71 que posee su entrada conectada al conducto 53 y su descarga comunicando con el vaporizador. Esta bomba está movida mecánicamente por cualesquiera medios deseados, habiéndose representado en este caso como por un motor eléctrico 72.

En funcionamiento el ciclo de operaciones que se verifican normalmente puede resumirse como comenzando cuando el serpentín 54 está lleno de gas a alta presión y las válvulas cerradas. El recipiente 48 se llena por la apertura de las válvulas 59 y 60 para admitir una cantidad predeterminada de líquido reservando un espacio deseado de gas en la parte superior del recipiente 48. Para evitar el desbordamiento del cesto 48' y permitir la expansión subsecuente.



Cuando está lleno, se cierran las válvulas y se igualan las presiones en 48 y 49. Esto se verifica abriendo la válvula 68 de manera que el gas del recipiente 49 que está a una presión más alta barbotee a través del líquido del recipiente 48 con una condensación consiguiente de una parte substancial del mismo. Cuando se ha completado substancialmente la igualación, el líquido del recipiente 48 puede ser rápidamente vertido en el recipiente 49 por la apertura de las válvulas 61 y 62, después de lo cual se cierran estas válvulas 61 y 62 y la 68. El líquido puede entonces transvasarse desde el recipiente 49 al recipiente 50 por la apertura de la válvula 63'. Esto se realiza para permitir al gas a alta presión el pasar primero desde el recipiente 50 y barbotear a través del líquido del recipiente 49 a través del conducto 52 hasta que resulta una igualación substancial, después de lo cual se abre la válvula 66 para completar rápidamente el transvasamiento de líquido al recipiente 50. Cuando el recipiente 50 está lleno se cierran las válvulas 63' y 66' y se abre la válvula 70, de manera que se verifique una etapa de igualación cruzada de los recipientes 50 y 51 antes de que se verifique el llenado de este último, pasando una porción del gas que queda remanente en el recipiente 51 de un funcionamiento previo, a través del conducto 69 dentro del líquido del recipiente 50 para ser parcialmente condensado en él. Después de cerrar la válvula 70 el recipiente 50 se descarga dentro del serpentín 54 abriendo las válvulas 64' y 65' y poniendo en marcha la bomba 71, la cual aplica mecánicamente fuerza suficiente para obligar al material a fluir en contra de la presión debida a la elevación del vaporizador. La válvula 23' se abre cuando se verifica la descarga en el aparato receptor.

Dependiendo de la proporción de calor introducido, el recipiente 50 se descarga ordinariamente de una manera relativamente lenta en el vaporizador, de manera que el recipiente 48 puede no solamente ser recargado para comenzar un nuevo ciclo, sino que la carga puede transvasarse al recipiente 49 para repetir las etapas



4 NOV 1985

- 26. -

5 descritas anteriormente. Mientras se completa la recarga del recipiente 49 en tanto que el recipiente 50 está todavía descargando, el recipiente 51 puede ser llenado. De acuerdo con ello la válvula 63'' se abre para verificar la condensación de gas y la igualación substancial de presiones, mientras que la válvula 66'' se abre y se completa el transvasamiento.

10 En esta etapa el recipiente 50 se encuentra vacío de líquido pero lleno de gas a una presión relativamente alta. Se verifica una igualación cruzada entre ellos por la apertura de la válvula 70 pasando ahora el flujo desde el recipiente 50 al recipiente 51. Cuando se vuelve a cerrar la válvula 70 el recipiente 51 es descargado al serpentín 54 por la apertura de la válvula 64'' y la válvula 65'' y accionado la bomba 71; el ciclo se continúa por la recarga y descarga alternadas de los recipientes 50 y 51 y los asociados con ellos como se ha descrito anteriormente. De esta forma puede tenerse substancialmente un funcionamiento continuo del dispositivo vaporizador.

15 En la fig. 5, se ha previsto una instalación poseyendo recipientes señalados por 73', 73'', 74', 74'' y 75, establecidos respectivamente parte en serie y parte en paralelo. El recipiente 20 75 está construido aquí para ser de un carácter distinto del de los recipientes anteriormente citados, a fin de que pueda proporcionarse una cierta cantidad de calor al contenido de él bajo condiciones determinadas durante la descarga del vaporizador como se describirá más particularmente a continuación. En la disposición 25 representada los recipientes 73' y 73'' están conectados en paralelo a través de un conducto múltiple común para recibir cargas de líquido desde el conducto 10. El recipiente 73' se encuentra dispuesto para descargar líquido bajo la fuerza de la gravedad dentro del recipiente 74', el cual a su vez está establecido para descargar dentro del recipiente 75. De una manera paralela el recipiente 30 73'' está establecido para descarga dentro del recipiente 74'' el cual a su vez descarga en el recipiente 75. Se ve así que el reci-



piente 75 es un recipiente común interpuesto entre un serpentín calentador 76 del vaporizador d y las dos series de instalaciones de recipientes 73' - 74' y 73'' - 74''. Los recipientes 73' y 73'' tienen escape a través de un conducto múltiple común 77.

5 El vaporizador d descarga a través del conducto 78 que conduce a la salida e. Conexiones 80' y 80'' conducen la descarga respectivamente desde los recipientes 73' y 73'' a los recipientes 74' y 74''. De manera similar las conexiones 81' y 81'' descargan desde los recipientes 74' y 74'' a la parte superior del recipiente

10 75. Un conducto colector 82 va desde la porción inferior del recipiente 75 al serpentín 76. Una conexión igualadora 83 conduce desde un punto intermedio del vaporizador 76 y tiene ramales de conexión 84 y 85 que van respectivamente a los conductos múltiples que comunican con los recipientes 73' - 74' y con los recipientes 73''

15 y 74''. Se han previsto también conductos de intercomunicación para la igualación cruzada de presiones entre recipientes correspondientes sobre los dos lados de las conexiones paralelas. Dichas conexiones cruzadas están representadas en 86 y 87, las conexiones establecidas en 86 conectando las partes inferiores de los reci-

20 pientes 73' y 73'' mientras la conexión 87 conecta las partes inferiores de los recipientes 74' y 74''. En esta disposición se establece preferentemente una válvula de contención 88 en el conducto 78 para asegurar un paso solo al flujo a través del conducto de salida e. Está también prevista una conexión 89 que conduce desde

25 un punto del conducto 78 más allá de la válvula 88 a la parte superior del recipiente 75, estando establecida una válvula 90 para controlar esta última conexión. También preferentemente se establece un doble paso entre los conductos 83 y 89 como se ha representado en 101 controlado por la válvula 102. Las válvulas 91' y 92'

30 controlan respectivamente la entrada de líquido y la conexión de ventilación del recipiente 73'. Una válvula 93' controla la conexión 80' y una válvula 94' controla la conexión 81'. Una válvula 95 controla la conexión 82 al serpentín vaporizador 76. La válvula



54935

96' controla la comunicación entre las partes superiores de los recipientes 73' y 74' mientras la válvula 97' controla la conexión del recipiente 74' con el conducto 84. La conexión de igualación cruzada 86 está controlada por la válvula 98, en tanto que la conexión igualadora cruzada 87 está controlada de una manera similar por la válvula 99. Las válvulas 91'' y 92'' son similares a las válvulas 91' y 92' y controlan la entrada y las conexiones de ventilación de los recipientes 73'', estando dispuestas de una manera similar con respecto a los recipientes 73'' y 74'' las válvulas 93'', 94'', 96'' y 97'', realizando las mismas funciones que las válvulas 93', 94', 96' y 97' respectivamente.

En funcionamiento, el ciclo de operaciones que ocurren normalmente pueden resumirse a la puesta en marcha cuando los recipientes iniciales están vacíos y el vaporizador d y el recipiente 75 llenos de gas a una presión relativamente alta. Antes de ser llenados, el sistema se purga primero de aire abriendo las válvulas 96' y 97' y 96'' y 97'', siendo cerradas las válvulas 96' y 96'' antes de que se haya igualado la presión en el serpentín 76 y los recipientes 73', 74', 73'' y 74''. Cuando el sistema está así listo, se introduce líquido en el recipiente 73' por la apertura de las válvulas 91' y 92'. En lugar de insuflar hacia abajo todo el gas en el recipiente 73'' por medio del conducto 77, se abre primero la válvula 98 de manera que permita la salida de algo de gas a través de la conexión 86 desde el recipiente 73'' al recipiente 73' para que se condense en el líquido que en él existe. Por la apertura de la válvula 93' gradualmente, el gas del recipiente 74' pasa a través del líquido del recipiente 73', condensándose una porción mientras se iguala la presión, después de lo cual dicho líquido es pasado directamente desde el recipiente 73' al recipiente 74', siendo efectuado el paso por la apertura de la válvula 96'. Este paso de líquido se realiza preferentemente mientras se llena el recipiente 73''. En consecuencia, tan pronto como se cierra la válvula 98, las válvulas 91'' y 92'' se abren.



1035

5 Cuando el recipiente 74' está lleno y antes de llenar el recipiente 74'' se efectúa una igualación cruzada entre los últimos recipientes cerrando las válvulas 93' y 96' y abriendo la válvula 99 en la conexión 87. Cuando se ha completado esta igualación, y la válvula 99 está cerrada, las válvulas 94', 97', y 102 pueden abrirse, realizándose un intercambio de gas y líquido entre los recipientes 74' y 75, fluyendo el gas desplazado a través de los conductos 101, 83 y 84 hacia arriba. En esta disposición el llenado del recipiente 74' desde el recipiente 73' y del recipiente 73'' desde la conexión 10 se verifica substancialmente de una manera simultánea. La apertura de la válvula 94' por consiguiente es acompañada de la apertura de las válvulas 91' y 92' para el relleno e insuflar hacia abajo el recipiente 73' mientras el recipiente 74'' es al mismo tiempo llenado desde el recipiente 73'' por la apertura primeramente de la válvula 93'' y después de la válvula 96''.

20 El recipiente 75, es por otra parte llenado desde el recipiente 74' mientras se completa la etapa de llenado anterior y después que la igualación cruzada de la presión en los recipientes 74' y 74'' ha sido efectuada por la apertura de la válvula 99. El recipiente 75 es por consiguiente descargado al serpentín 76 por la apertura de las válvulas 95 y 102. Cuando la carga en el recipiente 75 ha sido totalmente descargada se cierran nuevamente las válvulas 95 y 102 y se recarga el recipiente desde el recipiente 74'' para quedar dispuesto para otra descarga el vaporizador.

25 Por la disposición representada se verá que la admisión de líquido dentro de los recipientes es constantemente sobre las esquinas diagonales opuestas del cuadrilátero formado por los cuatro recipientes 73', 74', 73'' y 74''. Se verá también que la igualación cruzada practicada por la apertura de las conexiones 86 y 87 efectúa una condensación de gas pasado a través del líquido en adición a la directamente efectuada antes del intercambio de líquido y gas, esto es, en la disposición en series paralelas representadas se verifican cuatro etapas separadas de condensación en el

30



transvasamiento de una carga de líquido desde los recipientes 73' al 75 o desde los recipientes 73'' al 75, fluyendo el gas a contra-corriente de los incrementos de presión sobre el líquido.

El recipiente 75 de gruesas paredes realiza una función adicional cuando la carga de él va a ser descargada o sobre la presión crítica. Cuando el serpentín calentador 76 está suministrando gas a una presión materialmente por encima de la presión crítica, por ejemplo oxígeno a 2.100 libras por pulgada cuadrada, el material del recipiente 75 pasa sobre la temperatura crítica antes de que sea totalmente descargado a través de la válvula 95. Cuando la temperatura crítica es alcanzada, el flujo bajo la influencia de la gravedad es mucho mas dificultoso puesto que no existe separación saliente de las fases. Es deseable forzar este material gaseoso fuera del recipiente 75 obligando a este a expandirse por medio de un aumento de su temperatura, cuya expansión puede efectuarse por la agregación adecuada de calor al material en el recipiente 75, por ejemplo por la aplicación de un medio calentador, tal como una caldera en relación de intercambio de calor con las paredes del recipiente 75, por medio de un conducto 100 dispuesto en forma conductora del calor con la pared del recipiente 75. Esto produce el calentamiento del material gaseoso en el recipiente 75 con la expansión consiguiente la cual obliga a salir rápidamente del recipiente a dicho material. El flujo normal a través de la válvula 95 continua al serpentín vaporizador, el cual sirve a los fines de calentamiento para elevar la temperatura y recalentar el gas. La válvula de contención 88 se ve que es un medio conveniente para prevenir el retroceso del flujo desde el conducto al vaporizador d después que se ha realizado una igualación inicial de presión con la presión en el recipiente 75. La conexión de gas 89 sirve para admisionar gas directamente desde la conducción al recipiente 75 cuando se desea separar líquido para suministrarle ^{le} inmediatamente al serpentín vaporizador sin esperar a que la presión alcance la presión de la conducción por introducción de calor.

La disposición de la fig. 5 se ve así que proporciona un aparato para efectuar la conservación de gas desplazado a un alto grado



limitando el escape a una pérdida relativamente baja, en tanto que al mismo tiempo suministra gas licuado vaporizado a los consumidores industriales mas allá de la presión crítica, efectuándose el servicio en periodos de tiempo relativamente cortos. Cuando las series de recipientes están construídas por unidades suficientemente pequeñas, la disposición es fácilmente apta para ser montada y alojada sobre un vehículo como se ha representado en la fig. 1, para el servicio a consumidores industriales que se encuentren a distancia relativamente grande desde una instalación central de producción.

El sistema de cascada, de acuerdo con la presente invención, se usa también en conexión con instalaciones fijas, por ejemplo, para suministro de dispositivos consumidores incluyendo una conducción que une varios utilizantes con el material gaseoso bajo una presión deseada, desde un depósito de almacenamiento a baja presión conteniendo el gas licuado y para llenar depósitos en la instalación de producción de gas licuado, en cuyo caso el gas licuado puede ser recibido directamente desde los aparatos de producción y el gas escapado del recipiente inicial puede retornar al aparato de producción para ser nuevamente licuado.

En los casos en que la fuente de suministro de líquido está alojada sobre el recipiente transvasador inicial, se ha previsto que el gas escapado del recipiente inicial al principio de un ciclo, puede ser conducido dentro del recipiente de suministro para ayudar al flujo del líquido.

Aún cuando el dispositivo que ha sido aquí ilustrado en los diversos dibujos como recibiendo material gaseoso desde recipientes transvasadores accionados de acuerdo con el principio de cascada, ha sido representado como un vaporizador comprendiendo serpentines calentadores, es indudable que el dispositivo receptor puede tener cualquier otra forma diferente; por ejemplo, puede comprender uno o más recipientes conteniendo líquido, o cilindros de almacenamiento de gas o recipientes calentadores de gas.



37.1935

- 32. -

Como quiera que al llevar a la práctica el dispositivo indicado pueden establecerse algunos cambios en las construcciones, comprendidas en la invención, sin separarse de su principio, debe hacerse constar que todas las materias contenidas en la descripción
5 arriba indicada, o representada en los adjuntos dibujos deben ser interpretadas en un sentido ilustrativo y no limitativo.



N O T A.-
=====

Descrito suficientemente el presente invento lo que se declara como de novedad é invención propia, son las siguientes reivindicaciones:

1.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para introducir una carga predeterminada de material líquido desde el recipiente de suministro a un recipiente mientras tiene una presión relativamente baja, medios para introducir gas dentro de dicho recipiente desde otro a una presión más alta, estando dichos medios introductores de gas dispuestos para efectuar una condensación de una parte al menos del material en la fase gaseosa dentro del material líquido, y medios utilizando una fuerza de origen externo para producir una descarga de material líquido en los receptores.

2.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para seleccionar uno de un par de recipientes transvasadores iniciales a baja presión, e introducir en ellos una carga predeterminada de líquido desde un recipiente de suministro a baja presión, medios para equilibrar la presión entre dicho recipiente seleccionado y el otro de dicho par inicial, medios para intercambiar gas y líquido entre el indicado recipiente primero transvasador seleccionado inicial y uno de un par intermedio de recipientes y medios para descargar material gaseoso desde un recipiente seleccionado de los recipientes intermedios indicados a un recipiente vaporizador.

3.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para seleccionar un recipien-



5 a baja presión e introducir una carga predeterminada de líquido en él desde un recipiente de suministro, medios para equilibrar la presión entre dicho recipiente seleccionado y otro recipiente seleccionado a una presión relativamente alta por el peso del material en fase gaseosa, en relación de intercambio de calor con el material en fase líquida en ellos, y medios para desplazar el material en fase líquida desde dicho recipiente seleccionado por la aplicación de fuerzas de origen externo sobre el líquido.

10 4.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para seleccionar un recipiente transvasador a baja presión e introducir una carga medida de líquido en él desde un recipiente de suministro, medios para equilibrar la presión entre dicho recipiente seleccionado y otro recipiente transvasador a una presión relativamente alta por el paso de material gaseoso dentro de él en una relación de intercambio de calor con el material líquido allí contenido, y medios accionando bajo la influencia de la gravedad para descargar dicha carga a un recipiente receptor.

20 5.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para introducir una carga medida de líquido dentro de uno de dichos recipientes, medios para equilibrar la presión entre dicho primer recipiente y otro seleccionado de los recipientes restantes por el paso de gas desde dicho recipiente seleccionado a dicho primer recipiente y medios para producir un intercambio de gas y líquido entre el indicado primer recipiente y el recipiente seleccionado.

30 6.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes en relación de cascada adaptada para recibir material líquido capaz de desprender una fase gaseosa, de medios para introducir una car-



ga medida de líquido dentro de uno de dichos recipientes, medios para igualar la presión entre dicho primer recipiente y uno seleccionado de los recipientes restantes por el paso de gas desde dicho recipiente se leccionado a dicho primer recipiente, medios para producir un intercambio de gas y líquido entre dicho primer recipiente y recipiente seleccionado, medios para equilibrar las presiones entre los indicados recipientes restantes, y medios para descargar una porción deseada de material gaseoso desde dicho recipiente seleccionado a un recipiente receptor.

10 7.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes a presión transvasadores dispuestos cada uno para recibir una carga medida de un gas licuable volátil, de medios para retirar líquido desde cada uno de dichos recipientes, medios para efectuar intercambio de gas y líquido asociado con algunos pares de dichos recipientes, medios para efectuar un equilibrio de presiones antes de dichos intercambios y medios para efectuar igualaciones cruzadas de gas entre otros pares de dichos recipientes, estando estos medios últimamente citados, dispuestos para el paso del gas a través del líquido y efectuar una condensación parcial de la fase gaseosa dentro de la fase líquida.

20 8.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes a presión transvasadores dispuestos cada uno de ellos para recibir una carga medida de un gas licuado volátil, de medios para retirar líquido de cada uno de dichos recipientes, medios para efectuar el paso a contra-corriente de gas y líquido asociados con algunos de dichos recipientes por los cuales gas a presión relativamente alta pasa a través de líquido a baja presión, medios adicionales para efectuar rápidamente el contra-peso de gas y líquido sin que el gas pase a través del líquido y medios para efectuar una igualación cruzada de gas entre pares paralelos de recipientes a presiones relativamente diferentes, de una manera tal que produzca una descarga del gas a través del líquido.

30 9.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles



les, caracterizado por la combinación con un recipiente de suministro para oxígeno líquido mantenido en una presión relativamente baja, de un dispositivo calentador para el oxígeno mantenido en una presión relativamente alta, una pluralidad de recipientes transvasadores a presión algunos de los cuales descargan sucesivamente uno dentro de otro, por lo cual puede mantenerse una pluralidad de niveles de presión diferente intermedios, un conducto para suministrar una carga de gas licuado desde dicho recipiente de suministro a un recipiente transvasador a una presión intermedia más baja, estando asociados medios de control del paso de gas y líquido con dichos recipientes y dispuestos para pasar gas a través del líquido y condensar por lo menos una porción de gas, por lo cual se reduce la pérdida neta, y medios para pasar el oxígeno aumentado de fase líquida desde el recipiente a una presión intermedia más alta, directamente a dicho dispositivo calentador.

10.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles, caracterizado por la combinación con una pluralidad de recipientes transvasadores a presión cada uno dispuesto para recibir cargas del material líquido volátil, de medios para retirar material en la fase líquida de cada uno de dichos recipientes, medios asociados con algunos de dichos recipientes para excluir substancialmente el calor de dichas cargas preservando de este modo la refrigeración, capacidad condensadora o energía aprovechable de dichas cargas, medios para efectuar por el paso relativo contrario de material en fase líquida y gaseosa asociados con dichos recipientes en relación de intercambio de calor, una condensación de porciones de gas en el líquido, por lo cual el escape que acompaña a la carga inicial se reduce a una proporción relativamente reducida y medios para aplicar al material fuerzas de origen externo para descargar finalmente el material desde la fase líquida.

11.- Un dispositivo para transvasar un material líquido volátil, desde un recipiente de suministro donde está mantenido a una presión relativamente baja a un dispositivo receptor a una presión relativamente



ta, caracterizado por la combinación de una pluralidad de recipientes transvasadores adaptados para contener una sucesión de cargas de material en fase líquida y material en fase gaseosa desprendido a causa del calor alcanzado en el transvasamiento y para efectuar el paso en relación contraria de las fases gaseosas y líquida en relación de intercambio de calor, medios asociados con algunos de dichos recipientes para impedir la refrigeración del material en la fase líquida para usarlo en condensar porciones deseadas de material en la fase gaseosa durante dicho paso contrario, por lo cual la pérdida final de material en la fase gaseosa se reduce a un valor bajo deseado, y medios para descargar finalmente material desde la fase líquida por la aplicación de fuerzas de origen externo.

12.- Un dispositivo de cascada para transvasar material volátil líquido, desde un recipiente de suministro donde está mantenido a una presión relativamente baja a un dispositivo receptor bajo una presión relativamente alta, caracterizado por la combinación de una pluralidad de recipientes transvasadores adaptados para contener una sucesión de cargas de material a niveles de presión diversos en las fases líquida y gaseosa, comprendiendo dicha fase gaseosa, gas desprendido debido al calor producido en el transvasamiento, medios conectando dichos recipientes en relación de cascada para efectuar un paso relativamente en contra de las fases líquida y gaseosa en relación de intercambio de calor, medios asociados con algunos de dichos recipientes para evitar la refrigeración del material en la fase líquida para usarlo en la condensación de una porción deseada de material en la fase gaseosa durante dicho paso contrario por lo cual la pérdida final de material en la fase gaseosa se reduce a un valor mínimo deseado, medios para suministrar cargas medidas de material líquido volátil a los recipientes transvasadores a presión más baja y medios para suministrar regulablemente calor al material que se transvasa después que una porción deseada de su refrigeración ha sido utilizada para condensar el material gaseoso.

13.- Un dispositivo de cascada para transvasar un material



líquido volátil desde un recipiente de suministro donde está mantenido a una presión relativamente baja un dispositivo receptor a una presión relativamente alta, caracterizado por la combinación de una pluralidad de recipientes transvasadores conectados en serie descargando el primero en el segundo por cargas contenidas de dicho material y gas desprendido de él debido al calor producido en la descarga, medios asociados con dichas series de recipientes para evitar la refrigeración de dichas cargas de material en menoscabo de la fase líquida por el influjo de calor indeseable, medios para equilibrar las presiones de un par de recipientes en serie por conducción de gas desde un recipiente a una presión más alta en íntimo contacto con líquido en el recipiente a presión menor por lo cual una porción deseada de gas es condensada por la refrigeración del líquido y medios para producir un intercambio de gas y líquido entre dichos recipientes.

14.- Un dispositivo de cascada para transvasar un material líquido volátil desde un recipiente de suministro donde está mantenido a una presión relativamente baja a un dispositivo receptor a una presión relativamente alta, caracterizado por la combinación con medios para suministrar cargas medidas de dicho material, de una pluralidad de recipientes transvasadores conectados en serie para contener dichas cargas entre sí con cualquier gas el cual pueda desprenderse de ellas debido al calor producido por la descarga desde dichos recipientes, medios asociados con algunos de dichos recipientes para evitar la refrigeración de dichas cargas de material en la fase líquida con pérdida bajo el influjo de calor indeseable, medios para equilibrar la presión de recipientes adyacentes para conducir el gas en íntimo contacto con el líquido por lo cual una porción deseada de gas se condensa por la refrigeración del líquido, y medios para producir un intercambio de gas y líquido entre recipientes adyacentes.

15.- Un dispositivo de cascada para transvasar oxígeno líquido, y similares, caracterizado por la combinación con un depósito para el oxígeno líquido mantenido a una presión relativamente baja, de un dispositivo calentador para el oxígeno líquido mantenido a una presión re-



lativamente alta, una pluralidad de recipientes a presión, algunos de los cuales descargan sucesivamente uno dentro de otro por lo cual se mantienen una pluralidad de diferentes niveles de presión intermedia, un conducto para suministrar una carga de oxígeno líquido desde dicho depósito a un recipiente a una presión intermedia más baja, conectando dichos recipientes conductos de intercambio de gas y líquido por los cuales descargan uno en otro, conductos de intercambio adicionales de gas por los cuales la presión del gas puede ser equilibrada en un par de recipientes comunicantes y medios de conducción para transvasar la carga desde un recipiente a presión a una presión intermedia más alta a dicho dispositivo calentador.

16.- Un dispositivo de cascada para transvasar oxígeno líquido y similares, caracterizado por la combinación con un depósito para el oxígeno líquido mantenido a una presión relativamente baja, de un dispositivo calentador para el oxígeno líquido mantenido a una presión relativamente alta, una pluralidad de recipientes a presión algunos de los cuales descargan sucesivamente en otro por lo cual puede obtenerse una pluralidad de niveles de presión diferentes intermedios, un conducto para suministrar una carga de oxígeno líquido desde dicho depósito a un recipiente a una presión intermedia más baja, conductos de intercambio de gas y líquido que conectan dichos recipientes que descargan uno en otro, conductos suplementarios de intercambio de gas conectando dichos recipientes que descargan uno en otro conductos equilibrados de gas conectando recipientes dispuestos para ser mantenidos a niveles de presión iguales, y medios de conducción incluyendo una conexión de retorno conectando dicho dispositivo calentador directamente a un recipiente en la indicada serie de descarga el cual está a la presión más alta en la serie.

17.- Un dispositivo de cascada para transvasar oxígeno líquido y similares, caracterizado por la combinación con un depósito para el oxígeno líquido mantenido a una presión relativamente baja de un dispositivo calentador para el oxígeno líquido mantenido a una presión relativamente alta, una pluralidad de recipientes a presión algunos de los



cuales descargan sucesivamente uno dentro de otro por lo cual puede mantenerse una pluralidad de niveles de presión intermedios diferentes, un recipiente a presión final establecido para recibir la descarga desde la serie de recipientes a presión cargados sucesivamente y mantenidos a un nivel de presión más alta mantenida intermedia entre dicho depósito y dicho dispositivo calentador, medios para transvasar una carga de oxígeno líquido desde dicho depósito a un recipiente a la presión intermedia más baja, medios para realizar el avance de dicha carga a través de dicha serie acompañada por desplazamiento del gas y condensación parcial del gas desplazado dentro del líquido por lo cual se aumenta la carga, medios para suministrar un medio calentador para calentar dicho recipiente a presión final cuando la temperatura y la presión del material gaseoso existente en él alcanza un valor crítico y medios para transvasar la carga en una fase homogénea desde dicho recipiente a presión final a dicho dispositivo calentador.

18.- Un dispositivo para transvasar oxígeno líquido y similares, caracterizado por la combinación con un depósito transportable de oxígeno líquido, de un receptor, una pluralidad de recipientes transvasadores comunicables establecidos en serie e interpuestos entre dicho depósito y receptor, medios para admitir una carga medida de líquido desde dicho depósito al primero de los indicados recipientes, mientras la comunicación con cualquiera de los recipientes sucesivos está interrumpida, medios para equilibrar las presiones del oxígeno gaseoso en dichos recipientes transvasadores y medios para efectuar la descarga de oxígeno líquido desde cada recipiente transvasador a un recipiente sucesivo con un paso contrario de oxígeno gaseoso acompañado de intercambio de calor entre el gas y el líquido pasados estando establecida dicha descarga de líquido para arrebatar calor de origen externo desde cualquier recipiente transvasador seleccionado.

19.- Un dispositivo para transvasar un líquido volátil caracterizado por la combinación con un depósito de suministro aislado del calor de un receptor, una pluralidad de recipientes transvasadores comunicables dispuestos en serie interpuestos entre dicho depósito y re-



ceptor, medios para admisionar una carga medida de líquido desde dicho depósito al primeto de dichos recipientes transvasadores mientras se cierra la comunicación entre el último y cualquiera de recipientes sucesivos, medios para expedir líquido desde dicho primer recipiente a un recipiente sucesivo bajo la influencia de una fuerza de gravedad acompañada por desplazamiento de gas, medios para ventilar dicho primer recipiente transvasador, medios para equilibrar las presiones de gas en dichos recipientes transvasadores y medios para efectuar la expedición del líquido desde el recipiente final de la serie a dicho receptor mientras se encuentra cerrada la comunicación al recipiente anterior.

20.- Un dispositivo para transvasar un líquido volátil costoso caracterizado por la combinación con un recipiente de suministro aislado del calor de un recipiente receptor, una pluralidad de recipientes intermedios comprendiendo un grupo establecido en paralelo e interpuesto entre dicho recipiente de suministro y dicho recipiente receptor, medios para seleccionar y ventilar un recipiente de dicho grupo, medios para transvasar una carga medida de líquido desde dicho recipiente de suministro a dicho recipiente seleccionado cuando ha sido ventilado y la comunicación con otro recipiente de dicho grupo está cerrada, medios para expedir dicha carga a dicho recipiente receptor, incluyendo medios conexiones para efectuar selectivamente el paso de material gaseoso desde otros recipientes de dicho grupo poseyendo energía interna de un valor relativamente alto en relación de intercambio de calor con la carga líquida que se está transvasando por lo cual se realiza una igualación de presiones entre el ambiente de dicha carga y el recipiente receptor sucesivo, y medios para efectuar la expedición de dicha carga a dicho recipiente sucesivo cuando el equilibrio de presiones ha sido suficientemente establecido.

21.- Un dispositivo para transvasar un líquido volátil costoso caracterizado por la combinación con un recipiente de suministro aislado del calor, de un recipiente-receptor, una pluralidad de recipientes intermedios comprendiendo un grupo establecido en paralelo e interpuesto entre dicho recipiente de suministro y dicho recipiente receptor,



medios para seleccionar y ventilar un recipiente de dicho grupo, medios para transvasar una carga medida de líquido desde dicho recipiente de suministro a dicho recipiente seleccionado cuando ha sido ventilado y la comunicación con otro recipiente de dicho grupo está cerrada, medios para expedir dicha carga a dicho recipiente receptor, incluyendo dichos medios conexiones para efectuar selectiva y sucesivamente un paso encontrado de material gaseoso desde otros recipientes de dicho grupo a través de la indicada carga líquida, por lo cual se efectúa condensación de material gaseoso dentro del líquido y equilibrio de presiones con el que en los otros recipientes indicados se verifica en etapas y medios para efectuar la expedición de dicha carga desde dicho recipiente seleccionado a dicho recipiente receptor, mientras se encuentra cerrada la comunicación con el recipiente anterior.

22.- Un dispositivo para transvasar material gaseoso que tiene un punto de ebullición materialmente más bajo de 273° K., caracterizado por la combinación con un recipiente de suministro aislado del calor de un recipiente receptor, una pluralidad de recipientes transvasadores dispuestos para formar un grupo de series que están en paralelo e interpuesto entre dicho recipiente de suministro y dicho recipiente receptor, medios para admisionar una carga medida de líquido desde dicho recipiente de suministro al recipiente inicial de una serie seleccionada mientras se encuentra cerrada la comunicación con un recipiente sucesivo de dicha serie, medios para expedir dicha carga a un recipiente sucesivo de dicha serie incluyendo conexiones para establecer comunicación gaseosa entre dicho recipiente lleno y dicho recipiente sucesivo por lo cual se verifica una primera etapa de equilibrio de presión y conexiones adicionales para establecer comunicación gaseosa entre dicho recipiente lleno y un recipiente en paralelo con dicho recipiente sucesivo para equilibrio cruzado de las presiones, por lo cual se efectúa una condensación parcial de material en la fase gaseosa dentro de la fase líquida aumentando la carga transvasada, y medios para efectuar la expedición de dicha carga aumentada desde un recipiente final de la serie seleccionada a dicho recipiente receptor, mientras se



encuentra cerrada la comunicación al recipiente anterior en dicha serie seleccionada.

23.- Un dispositivo para transvasar materiales líquidos volátiles.- Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los dibujos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de once páginas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, a 14 de Noviembre de 1935.-

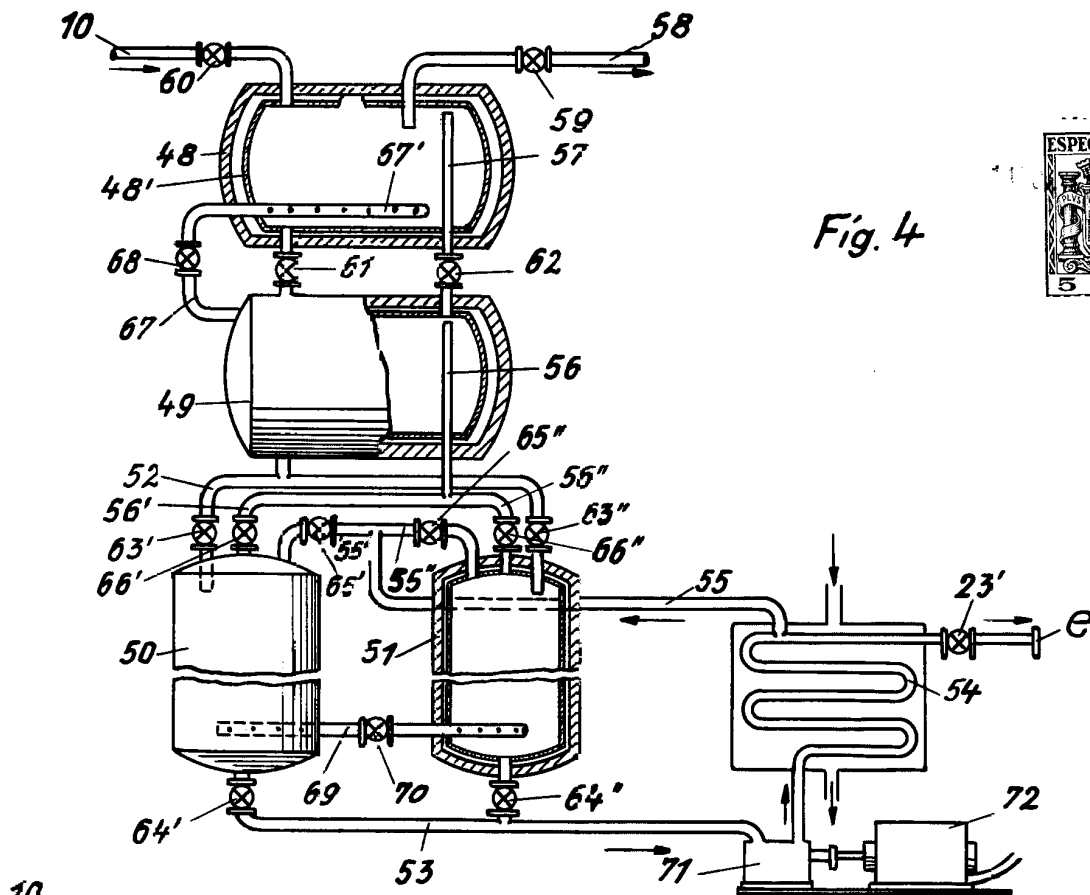


Fig. 4

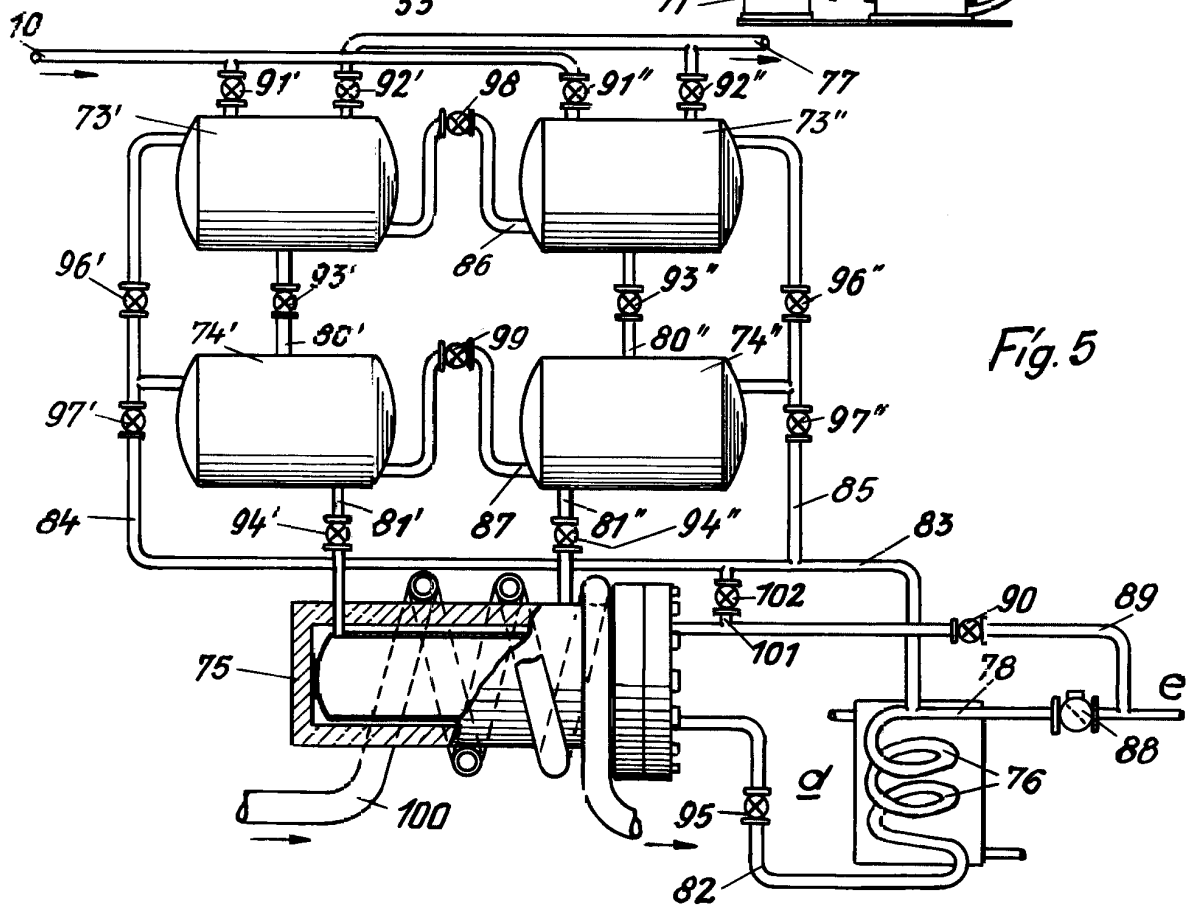


Fig. 5

Handwritten signature

Fig. 6

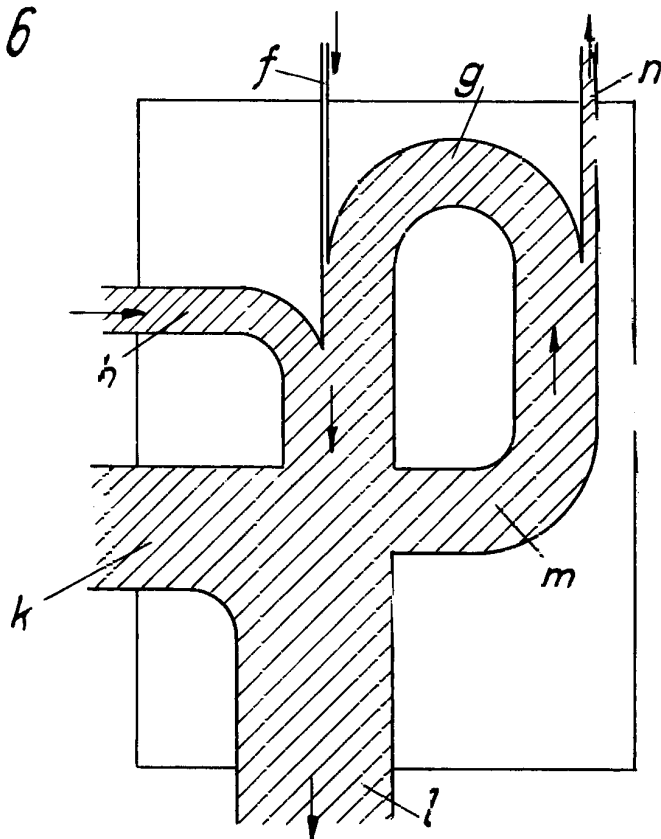
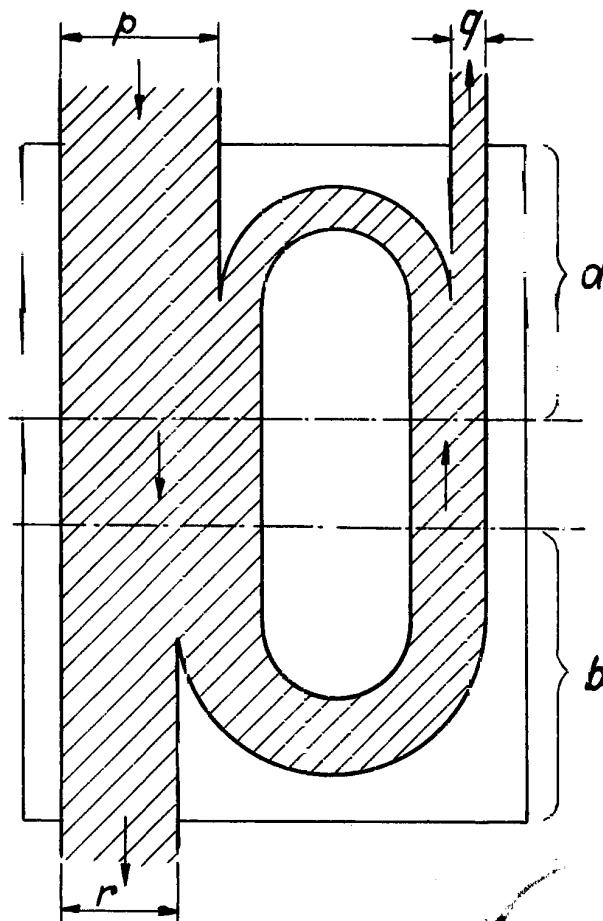


Fig. 7



Guerrero