

16 SEP 1961



266 849

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 24 de Abril de 1961, con el Núm. 266.849

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de MANUEL HAROLD GORIN y LUDWIG ROSENSTEIN, de nacionalidad norteamericana, residentes en 57 Corte Ramon, Larkspur, el 1º y el 2º en 2010 Lyon Street, San Francisco, ambos en California, Estados Unidos de América, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA CONCENTRAR UNA SOLUCION ACUOSA DE LUIDA"

La presente invención se refiere a un procedimiento para separar agua de soluciones y suspensiones acuosas. En una forma de realización, el procedimiento se refiere a la purificación del agua de mar por concentración y separación de agua con una concentración salina relativamente baja.

Se ha venido proponiendo la obtención de agua potable y solución salina concentrada, del agua de mar, mediante un procedimiento que implica la conversión del

266849



5 agua de mar, por congelación, en hielo relativamente —
exento de sales disueltas, hielo que es separado del —
agua de mar y fundido hasta obtener agua potable. Un mé-
todo para obtener soluciones salinas menos concentradas,
10 por congelación del agua de mar, implica la congelación
del agua de mar en contacto directo con un refrigerante
líquido volátil. Para conservar energía en el sistema y
producir agua relativamente no contaminada a un coste —
prudencial, es necesario reducir todo lo posible las ne-
15 cesidades de energía del proceso. A fin de trabajar con
un mínimo de entrada de energía, el gas refrigerante pro-
ducido en la congelación del agua es comprimido y puesto
en contacto con el hielo, después de su separación de la
salmuera, para condensar y enfriar el refrigerante para
20 nuevo uso en la operación de congelación.

20 A fin de hacer que este proceso tenga un atractivo
económico aún mayor, se ha propuesto que el agua de mar
entrante, a purificar, sea previamente enfriada hasta —
las proximidades de su punto de congelación, antes de —
ser congelada en contacto directo con el refrigerante.

25 Es, pues, objeto de esta invención un procedimien-
to perfeccionado para la purificación de agua por conge-
lación en contacto directo con un refrigerante líquido —
vaporizable. Otro objeto de esta invención es un procedi-
miento perfeccionado para obtener agua dulce del mar.

Otro objeto de la invención consiste en un procedimiento
de purificación que reduce al mínimo el trabajo necesari-
rio para obtener el producto deseado.

30 En los dibujos que acompañan a esta Memoria,

- la figura I es un esquema de un procedimiento de

266849



esta invención que hace uso de un refrigerante único para congelar, fundir, enfriar y transmitir el calor; y

5 - la figura II es un esquema de un procedimiento en el que se emplea un medio de transmisión de calor relativamente no volátil, en unión de un refrigerante líquido vaporizable, con arreglo a una forma de realización de este invento.

10 Los objetos del presente invento se logran mediante un procedimiento para separar agua de una solución acuosa, que comprende las etapas de: enfriar previamente una solución acuosa por contacto directo con un líquido inmiscible; congelar una parte de la solución en contacto directo con un refrigerante líquido vaporizable; separar el hielo formado en la etapa de congelación, respecto de la salmuera residual; comprimir los vapores de refrigerante formados; fundir el hielo poniéndolo en contacto con vapores de refrigerante comprimidos, condensando los vapores para nuevo uso en la congelación; y poner directamente en contacto la salmuera residual y el agua
15 producida con el fluido inmiscible utilizado para enfriar previamente la solución, de modo que el fluido pueda volver a emplearse para un enfriamiento adicional de solución acuosa. Así, la invención se refiere a un procedimiento para separar agua de soluciones y suspensiones
20 acuosas, de las cuales el hielo es la fase sólida a separar cuando se elimina calor a la temperatura de congelación. Los productos resultantes serán una solución más concentrada, y agua dulce. El procedimiento se caracteriza por un ciclo de operaciones ideado de manera que el consumo de energía para la separación de una cantidad da
25
30



23349

7E

da de agua será mínimo. En el procedimiento de esta in-
vención, el agua de mar entrante es previamente enfriada
hasta las proximidades de su punto de congelación, por -
contacto directo con un medio de transmisión o intercam-
bio de calor que puede ser el mismo fluido empleado como
5 refrigerante. Ahora bien, es extremadamente ventajoso en
friar previamente el agua de mar en contacto directo con
un medio líquido de transmisión de calor que posea una -
presión de vapor menor que la del refrigerante. Para ob-
tener los mejores resultados se emplea una circulación a
10 contracorriente del agua y del medio de transmisión de -
calor.

Después del enfriamiento previo, el agua de mar es
parcialmente congelada en contacto directo con el refri-
gerante líquido vaporizable, formándose así vapores de -
refrigerante, hielo y salmuera residual. La solución re-
sidual y el hielo son separados, y el hielo puede ser la
15 vado con más agua de mar, que de preferencia haya sido -
enfriada, para eliminar la salmuera residual más concen-
trada adherida al cristal de hielo. Si así conviene, pue-
de preverse un lavado adicional con agua relativamente -
pura, para eliminación adicional de la salmuera ocluida
en el hielo. A fin de conservar material y energía en el
20 sistema, los líquidos de los lavados pueden llevarse de
nuevo a la operación de congelación.

Los vapores de refrigerante producidos en la etapa
de congelación son comprimidos y empleados en la fusión
del hielo, para obtener el producto de agua dulce desea-
do.

El agua producida y la salmuera residual, proceden



20034

tes del proceso de congelación, se encuentran ambas a —
temperaturas apreciablemente inferiores, y pueden emplear
se para enfriar el medio de transmisión de calor de modo
que éste pueda volver a utilizarse para enfriar nueva —
5 agua de mar entrante. Esto se consigue también de prefe-
rencia por contacto directo, a contracorriente, de la —
salmuera y el agua con refrigerante, cuando el refrige-
rante se emplea como medio inicial de transmisión de ca-
lor. Ahora bien, de preferencia, el fluido suplementario
10 de transmisión de calor empleado en contacto directo pa-
ra enfriar previamente el agua de mar entrante, es en-
friado por contacto directo con la salmuera producida, y
el agua se vuelve a utilizar en la etapa de enfriamiento.

El procedimiento se ilustrará mediante su aplica-
15 ción al agua de mar, donde tiene utilidad para un doble
objeto: la recuperación de agua dulce utilizable y la —
producción de salmuera de concentración incrementada, —
que puede emplearse para la producción de sal por evapo-
ración solar, etc.

El hecho de que el agua de mar o sustancias sali-
20 nas similares, al congelarse, den un depósito de hielo —
de un contenido de sales muy inferior al de la sustancia
salina, es ya bien conocido y ha sido ampliamente estu-
diado; pero, por lo que se sabe hasta ahora, este método
25 de recuperar agua utilizable no ha sido puesto en prácti-
ca en gran escala. La congelación requiere solamente al-
rededor de 0,15 veces el consumo de energía necesaria pa-
ra la evaporación, y sin embargo este último método, en
muchas y diversas realizaciones, resulta ser el más ex-
30 tendido. Una razón para ello parece ser la de que el mé-



250840

5 todo de congelación, tal como en general se entiende, --
exige extensas superficies de transmisión de temperatura
sobre las cuales pueda formarse la materia sólida. Al ir
recubriéndose de hielo, estas superficies van perdiendo
eficacia por ello. Esta invención elimina del aparato to
da exigencia o necesidad de tales superficies de transmi
sión de temperatura.

10 Otra característica distintiva de este invento re-
side en su ciclo de funcionamiento, ideado de modo que -
los materiales que salen de tal ciclo, es decir, el agua
utilizable y la salmuera, estarán aproximadamente a la -
misma temperatura que la sustancia salina que entra en -
el ciclo.

15 En los adjuntos dibujos, se han dejado de represen
tar diversas bombas, válvulas y unidades de control, ya
que los dibujos están previstos como representación es-
quemática del procedimiento de esta invención.

20 La fig. I es un diagrama de circulación que illus-
tra los movimientos e interacciones de los materiales pa
ra el caso en que la sustancia salina que entra en el pro
ceso sea agua de mar normal, de aproximadamente 3,4% de
materia sólida disuelta total, a unos 20°C, y el medio,-
tanto refrigerante como de intercambio o transmisión de
temperatura, sea propano. El agua de mar que entra por -
25 la tubería 1 es desaireada a su paso por la rama baromé-
trica A (o dispositivo similar para eliminar el oxígeno
y nitrógeno disueltos), trasladada por la tubería 2 e in
troducida en el primer enfriador B a unos 20°C, donde en
tra en contacto directo con varias corrientes (a identi-
ficar) de propano líquido frío, intercambiando temperatu
30



255 349

ra con éste. El agua de mar enfriada, ahora a aproximada-
mente 0°C, es trasladada por la tubería 3 al recipiente
C, el congelador. El propano líquido frío procedente de
diversos lugares o manantiales (a identificar) entra en
5 el congelador por una tubería 9a, donde se evapora y en-
fría el agua de mar, formando hielo a una temperatura me-
dia de alrededor de -2,1°C. La presión en el congela-
dor C se mantiene a un valor lo bastante por bajo de la
presión de vapor del propano para que este último se eva-
pore a la velocidad deseada. El recipiente C está conec-
10 tado por una tubería 4 a la entrada o admisión del com-
presor D. La mezcla de hielo y salmuera sale del congela-
dor C por la tubería 5 y es trasladada al separador E, en
el cual son separados el hielo y la salmuera por acción
centrífuga, filtración u otros medios físicos. El hielo
15 es trasladado por el trayecto 6 al licuador F. El vapor
de propano, que ha sido comprimido por el compresor D a
una presión tal que se licuará al ser enfriado por el
hielo, entra en F por la tubería 7 procedente del compre-
20 sor D. Del recipiente F salen dos corrientes: el agua
fría a unos 0°C que sale por la tubería 8, y el propano
líquido a aproximadamente 0°C que es trasladado por la
tubería 9 y llega a formar parte del propano líquido
frío que entra en el enfriador previo B. El agua fría
25 que sale del licuador F por la tubería 8 es trasladada
al recipiente de contacto G, donde intercambia su tempe-
ratura directamente con propano líquido a unos 20°C, pro-
cedente de la parte alta del enfriador previo B por me-
dio de la tubería 10. Las dos corrientes salen del reci-
30 piente de contacto G. El agua, ahora a aproximadamente -

266849



5 20°C, sale por una tubería 11 para su almacenamiento o -
utilización; y el propano líquido que, ahora a unos 0°C
aproximadamente, es trasladado a través de una tubería -
12 y llega a formar parte del propano líquido frío que -
entra en el enfriador previo B. La salmuera fría, aproxi-
madamente a -2,1°C, que se ha separado del hielo en el
separador E, pasa por la tubería 13 al recipiente de con-
tacto H, donde intercambia calor con el propano líquido
10 tibio que viene del enfriador previo B por una tubería -
14. Dos corrientes salen del recipiente de contacto H: -
por la parte superior pasa el propano líquido frío, por
una tubería 15, llegando a formar parte del propano lí-
quido frío que entra en el enfriador previo B por la tu-
bería 9; y la salmuera residual, ahora a unos 20°C apro-
ximadamente, que sale por la tubería 16 para ser llevada
15 al desagüe o a otros usos.

20 La fig. II es un diagrama de circulación ilustrati-
vo del proceso cuando se utilizan dos líquidos distintos
inmiscibles en lugar de uno; un primer líquido que tiene
una elevada presión de vapor y tiene por función princi-
palmente la de formar hielo y fundir el hielo, y un se-
gundo líquido inmiscible que sirve únicamente como medio
de intercambio o transmisión de temperatura. En la fig.
II, el agua de mar desaireada, a unos 20°C, sale de la -
rama barométrica A y pasa por la tubería 2 al primer en-
friador B, donde se encuentra con queroseno que entra -
por la tubería 3, a unos 0°C. El agua de mar es enfriada
25 a 0°C aproximadamente, y pasa por la tubería 4 al conge-
lador C, donde se encuentra con propano líquido a unos -
30 0°C, que entra en el congelador C por una tubería 5. La

266849



presión en el congelador C es mantenida a un valor inferior al de la presión de vapor del propano, de modo que este último se evapora y da lugar, con ello, a que parte del agua contenida en el agua de mar se congele. En este ejemplo se convierte en hielo el 50% del agua, de modo que en el congelador es preciso mantener una temperatura de aproximadamente $-3,7^{\circ}\text{C}$. La mezcla de hielo y salmuera residual pasa por la tubería 6 al dispositivo separador E, que separa el hielo de la salmuera. El hielo pasa por la tubería 7 (transportador de tornillo o similar) - al licuador F, donde se encuentra con el vapor de propano que ha salido del congelador C y pasa por la tubería 8 al compresor D, de donde va por la tubería 9 al licuador F. La presión mantenida en F será tal que el vapor de propano en contacto con el hielo se condensará formando propano líquido. El propano líquido frío producido en F pasa por la tubería 5 al congelador, completando así su ciclo. El agua fría que sale del licuador F pasa por la tubería 10 al recipiente G, donde se encuentra con parte del queroseno tibio que ha salido del enfriador B y ha llegado por 11 y 11a. El queroseno frío que sale del recipiente G pasa por las tuberías 12 y 13 al enfriador B, completando así su ciclo. La salmuera fría procedente del separador E pasa por una tubería 14 al recipiente H, donde se encuentra con la otra parte del queroseno tibio proveniente del enfriador B por la tubería 11. En el recipiente H, el queroseno tibio transmite calor a la salmuera fría, y el queroseno así enfriado sale del recipiente H por la tubería 13 al enfriador B, completando así su ciclo. Del recipiente H sale salmuera concen-

266849



trada, aproximadamente a 20°C, que va al desagüe o a otro uso, por una tubería 15. El agua producida sale del recipiente G a unos 20°C, por la tubería 16, para su almacenamiento y empleo.

5

Ambos ejemplos ilustrativos ponen de manifiesto las características siguientes:

10

I) Se ha dispuesto un ciclo de intercambios directos de temperatura, tal que el agua de mar entra a 20°C en tanto que el agua dulce producida y la salmuera residual salen aproximadamente a 20°C.

15

II) El propano se ha evaporado en contacto directo con el agua de mar, y ha absorbido su calor de evaporación del agua de mar, dando lugar con ello a la separación de hielo y a la formación de vapor de propano. Este último, después de la compresión, ha entregado su calor latente directamente al hielo, produciendo su licuación o fusión, y condensándose él mismo en propano líquido, dispuesto para repetir el ciclo.

20

III) Todos los intercambios de calor se han efectuado por contacto directo a contracorriente de líquidos inmiscibles, y contacto directo entre vapor y sólido. Se han eliminado todas las barreras físicas, de modo que los intercambios de calor son todos extremadamente rápidos y completos.

25

IV) La producción de agua se ha efectuado con un alto rendimiento de energía, y las necesidades principales de energía han sido suministradas por un compresor de vapor de propano. Para poner de relieve la pequeña cantidad de energía que se necesita, se expone a continuación el siguiente ejemplo:

30



208476

En la fig. II, en la que aproximadamente se separa del agua de mar un 50% de agua, la temperatura en el congelador C es de alrededor de $-3,7^{\circ}\text{C}$. A esta temperatura, la presión de vapor del propano es de 4,35 atm, mientras en el licuador F la temperatura es de 0°C , a la cual la presión de vapor del propano es de 5,2 atm. Teóricamente, la relación de compresión sólo necesita ser de 1:1,20. En realidad, la presión en el congelador se mantendrá algo inferior a 4,35 atm, y en el licuador a poco más de 5,2 atm; pero en todo caso la compresión necesaria será pequeña. (Se necesitarán cantidades secundarias de energía para bombas, separadores, etc.). Es de notar especialmente que con este procedimiento se logra un elevado rendimiento sin recurrir a efectos múltiples complejos tales como los que se utilizan en la destilación del agua de mar.

En un funcionamiento tal como el ilustrado en las figs. I y II, casi toda la energía se ha empleado para traspasar agua desde una masa de sustancia salina a otra de agua casi pura, y concentrar la materia sólida en la sustancia salina en una magnitud correspondiente al agua eliminada. Si tal proceso pudiera llevarse a cabo idealmente, esto es, con perfecto aislamiento, traslados sin rozamiento y rendimientos del 100% de transmisión de temperatura, el trabajo mínimo necesario o, en otros términos, la "energía libre", tal como se define termodinámicamente, puede calcularse fácilmente, como lo ilustra el siguiente ejemplo:

Supóngase que entran en proceso 2070 kg de agua de mar que contiene 3,4% de materia sólida disuelta, lo que



34 1/2

supone una aportación de 70 kg de materia sólida y 2000 kg de agua. Supóngase que del agua se recuperan 1000 kg a 20°C, y salen 1070 kg de salmuera con un contenido de 6,54% de materia sólida, a 20°C. La energía libre del —
5 traspaso de agua es de 890.000 calorías, y la energía li
bre del efecto de concentración es de 756.000 cal. El to
tal es de 1.646.000 calorías por cada 1000 kg de agua re
cuperada. Esto representa 1,9 kWh por cada 1000 litros —
de agua. En la práctica, la energía necesaria será proba
10 blemente un número de veces mayor que este mínimo teóri
co. Su magnitud exacta depende de la escala de la opera
ción, y de la habilidad de ingeniería de proyecto. Supo
niendo, como ejemplo ilustrativo, que el consumo real de
energía sea cinco veces mayor que el mínimo teórico, es
15 to es, de unos 10 kWh por cada 1000 litros de agua, esta
energía puede ser suministrada de muchas formas distin
tas como, por ejemplo, mediante motores eléctricos, moto
res de combustión interna (diesel o turbinas de gas) o —
máquinas de vapor, para las que el vapor se genere me
20 diante combustible o energía solar. Cuando se utilice com
bustible para generar la energía, el contenido de calor
de los gases de escape (por ejemplo, de una instalación
generadora de vapor o de un motor diesel) puede utilizar
se para evaporar agua de mar o agua de producto, para ma
25 yor purificación, incrementando así el rendimiento y re
duciendo el coste.

El hielo producido por congelación del agua de una
sustancia salina no es puro. Ocluye residuos de salmuera
en cantidades variables, según la magnitud y la técnica
de congelación. En el ejemplo ilustrativo (fig. II), don
30



20084916

de se recupera el 50% de agua, estas cantidades pueden ser de 3000 a 5000 partes por millón. Ahora bien, es sabido asimismo que, al fundirse este hielo, la primera parte que se funde lleva consigo la mayor parte de la sal ocluida. Por consiguiente, el dispositivo de fusión o licuador F, de las figs. I y II, no necesita considerarse sólo como un único recipiente sino como un número de recipiente en los cuales puede efectuarse un fraccionamiento por fusión. (Tal dispositivo de licuefacción o fusión pudiera, por ejemplo, adoptar la forma de unos transportadores de tornillo ideados para trabajar a presión.) Cuando del agua de mar se separa por congelación alrededor de un 50% de agua, la fusión de un 5 a 10% del hielo se llevará sales suficientes para dejar en el resto del hielo un contenido muy bajo de componentes disueltos. El agua producida por la primera fusión puede emplearse para algún otro objeto, o bien puede ser purificada por otros medios, tales como destilación, desionización, etc. Como contendrá menos materia sólida total que el agua de mar, y estará fría, puede ser también devuelta al congelador. Otro medio para mejorar la pureza del hielo antes de la fusión comprende el lavado del mismo con agua de mar fría, o con una parte secundaria del agua producida. Tales lavaduras se devolverán al proceso bien en el congelador o en otro punto conveniente. El hielo producido al separar del agua de mar por congelación un 50% de agua ocluirá cierta cantidad de salmuera, con un contenido total de materia sólida de 6,5% por término medio. Como el agua de mar contiene tan sólo alrededor del 3,5% de materia sólida, la sustitución de la sal

5
10
15
20
25
30



2-3840
muera ocluida por agua de mar da lugar a una apreciable purificación.

Si bien está invención se ha descrito a base de ---
trabajar solamente con propano en un ejemplo, y con pro-
pano y queroseno en el otro, pueden elegirse otros mu-
5 chos líquidos inmiscibles con el agua. Los líquidos ade-
cuados deben ser inmiscibles con el agua, atóxicos, esta-
bles y tener una densidad distinta de la del agua y la -
solución. Uno de los líquidos, en el caso de que se em-
10 pleen dos, ha de tener una elevada presión de vapor a -
0°C para acelerar la vaporización en el congelador, mien-
tras el otro líquido ha de tener de preferencia una pre-
sión de vapor, a la temperatura de la sustancia salina -
entrante, considerablemente inferior a la presión de va-
15 por del agua. Como líquidos adecuados tanto para la re-
frigeración como para el intercambio de temperaturas, se
pueden citar el etano, etileno, propano, propeno, isobu-
teno, cloruro de metilo y diclorodifluorometano. Como lí-
quidos adecuados para el intercambio o transmisión de ---
20 temperaturas se pueden mencionar el octano, queroseno, -
xileno, mezclas de hidrocarburos como la conocida como -
"diluyente de pinturas", aceites vegetales como el de se-
milla de algodón, ftalato de dietilo, de dibutilo u ---
otros ftalatos, etc.

25 La simple mezcla o reunión de dos líquidos inmisci-
bles que se encuentran a temperaturas diferentes da lu-
gar tan sólo a una cierta temperatura media común a am-
bos. Para lograr un alto rendimiento de auténtico inter-
cambio o transmisión de temperaturas, se prefiere que la
30 circulación de los dos líquidos se realice a contraco---



216849
rriente, evitándose corrientes parásitas y de convección. Este resultado se logra con torres de relleno adecuadamente proyectadas. En el caso de utilizar un líquido inmiscible más pesado que el agua, deben invertirse como consecuencia los sentidos de circulación; el líquido más pesado entrará por la parte superior de las columnas de intercambio de temperaturas y la sustancia salina por el fondo, manteniéndose así la circulación a contracorriente.

5
10
15
Puede emplearse la desaireación de la sustancia salina entrante, porque la introducción del aire disuelto en la sustancia salina podría dar lugar eventualmente a una mezcla explosiva con vapores de hidrocarburo. Incluso con una buena desaireación, entrarán en el sistema algunos gases no condensables, pudiendo preverse medios para purgarlos.

20
Se han dado ejemplos en los cuales el 20% y el 50% del agua contenida en agua de mar normal es convertida en hielo en la etapa de congelación. Pueden congelarse proporciones menores y mayores de agua; el límite superior práctico, en el caso del agua de mar es el punto en el cual comienza a cristalizar el $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Para agua de mar normal, esto sucede una vez extraído alrededor del 80% del agua.

25
La cantidad de agua recuperada en cualquier caso, a base del funcionamiento más económico, depende de factores tales como la pureza de agua deseada, coste de combustible o de energía, coste de mano de obra, etc..

30
El procedimiento puede ser aplicado para extraer agua de la leche, zumos de fruta, vino y otros productos



3496

similares de elevado contenido de agua. Para tales pro-
ductos se tendrá la gran ventaja de un funcionamiento a
baja temperatura, combinado con economía de energía y de
equipo. Esto último se logra mediante intercambios de --
5 temperatura por contacto directo a contracorriente, com-
binados con la congelación del agua por evaporación, por
contacto directo, de un líquido inmiscible, y combinados
además con la condensación, de los vapores del líquido --
inmiscible, por contacto directo con el hielo que ha si-
do separado.
10

N O T A

15 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
de Invención en España por VEINTE años, son los siguien-
tes:

20 1º.- Un procedimiento para concentrar una solución
acuosa diluida, de la cual se separará hielo, que com-
prende las operaciones de: (a) enfriar dicha solución --
acuosa hasta aproximadamente su temperatura de congela-
ción por un ciclo de cambio térmico en contacto directo
con un líquido inmiscible de permutación térmica; (b) --
25 formar hielo y salmuera residual por evaporación en con-
tacto directo de un refrigerante líquido inmiscible con
dicha solución; (c) separar hielo de la salmuera resi-
dual procedente de la operación (b); (d) comprimir los --
vapores de dicho refrigerante; (e) condensar los vapores
30 comprimidos procedentes de la operación (d) por contacto

256849



directo de los mismos con el hielo separado en la operación (c); y (f) devolver el condensado de la operación (e) a la operación (b).

5 2º.- Un procedimiento según el punto 1º, en el cual el refrigerante líquido inmiscible con dicha solución evaporada en la operación (b) es el mismo que se usa en la operación (a) para cambio térmico por contacto directo con dicha solución acuosa diluida.

10 3º.- El procedimiento de concentrar una solución acuosa diluida y, simultáneamente, producir agua relativamente pura, que comprende: (a) someter dicha solución a relación de permutación térmica por contracorriente y en contacto directo con un primer líquido inmiscible con agua, teniendo dicho líquido una presión de vapor menor que la presión de vapor del agua a la temperatura de dicho contacto, estando dicho líquido inicialmente a una temperatura menor que la temperatura de dicha solución, produciendo de este modo una solución enfriada y un primer líquido calentado; (b) someter dicha solución enfriada a un contacto directo con un segundo líquido inmiscible con agua, que tiene una presión de vapor de por lo menos una atmósfera a 0°C, evaporar dicho segundo líquido para formar un vapor, retirando así más calor de dicha solución y formando hielo y una solución residual más concentrada; (c) separar dicho hielo de dicha solución residual; (d) comprimir dicho vapor a una presión mayor que su presión de vapor a 0°C; (e) poner en contacto dicho hielo con dicho vapor, condensando de este modo dicho vapor y formando agua; (f) recoger dicha agua producida en (e) y recoger dicha solución residual enfriada

15

20

25

30

266849



5 producida en la operación (b); y (g) enfriar dicho primer líquido calentado producido en la operación (a) por contacto directo en contracorriente, en parte con dicha agua, produciendo agua calentada y en parte por contacto directo en contracorriente con dicha salmuera residual, produciendo solución residual calentada.

10 4º.- Un procedimiento para producir agua potable y salmuera a partir de una solución salina que comprende las operaciones de: (a) enfriar previamente dicha solución salina en contacto directo con un líquido frío de transferencia de calor inmisible con agua y calentando así dicho líquido; (b) evaporar un refrigerante líquido inmisible en contacto directo con la solución salina fría producida en la operación (a), congelando con ello parte del agua de dicha solución salina; (c) separar el hielo producido en la operación (b) de la salmuera residual; (d) comprimir el vapor de dicho refrigerante líquido inmisible producido en la operación (b); (e) fundir dicho hielo para producir agua fría por condensación de dicho vapor comprimido por contacto directo del mismo con el hielo separado en la operación (c); (f) enfriar el líquido caliente de transferencia de calor producido en la operación (a) por contacto directo separado con dicha agua fría y dicha salmuera residual.

15 25 5º.- Un procedimiento según el punto 4º, en el cual el refrigerante líquido inmisible con agua evaporado en la operación (b) para conseguir la congelación es el mismo que se usa en las operaciones (a) y (f) para permutación térmica por contacto directo con dicha solución salina, agua fría y salmuera residual.

266849



6º.- Un procedimiento según los puntos 4º o 5º, en el cual el líquido inmisible con agua evaporado en la operación (b) es propano.

5 7º.- Un procedimiento según los puntos 4º o 5º, en el cual el líquido inmisible con agua evaporado en la operación (b) es butano.

10 8º.- El procedimiento de concentrar una solución acuosa diluida y producir simultáneamente hielo, que comprende (a) someter dicha solución a una relación de permutación térmica por contacto directo con un líquido inmisible con agua, estando dicho líquido inicialmente a una temperatura menor que la temperatura de dicha solución, produciendo con ello una solución enfriada; y (b) evaporar dicho líquido mientras está en contacto directo con dicha solución enfriada, retirando con ello calor de dicha solución y formando hielo y una solución residual más concentrada.

15 9º.- Un procedimiento según el punto 8º, en el cual la operación (b) comprende someter dicha solución enfriada a contacto directo con un líquido refrigerante vaporizable inmisible con agua, evaporándose dicho refrigerante para formar un vapor.

20 10º.- El procedimiento de purificar hielo, que contiene impurezas solubles en agua, que comprende las operaciones: (a) derretir una fracción secundaria del hielo por transferencia de calor a dicho hielo por contacto directo del mismo con un vapor en condensación de líquido que es inmisible con agua y químicamente inerte respecto al agua; y (b) separar el agua formada por dicha fusión y el condensado de dicho vapor desde el hielo resi-

25

30



266849^{Nº}

dual.

119.- Un procedimiento para concentrar una solución acuosa diluida.

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

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

Madrid,

16 SEP. 1961

Antonio de Eizabiz
Ingeniero de Minas



266 849

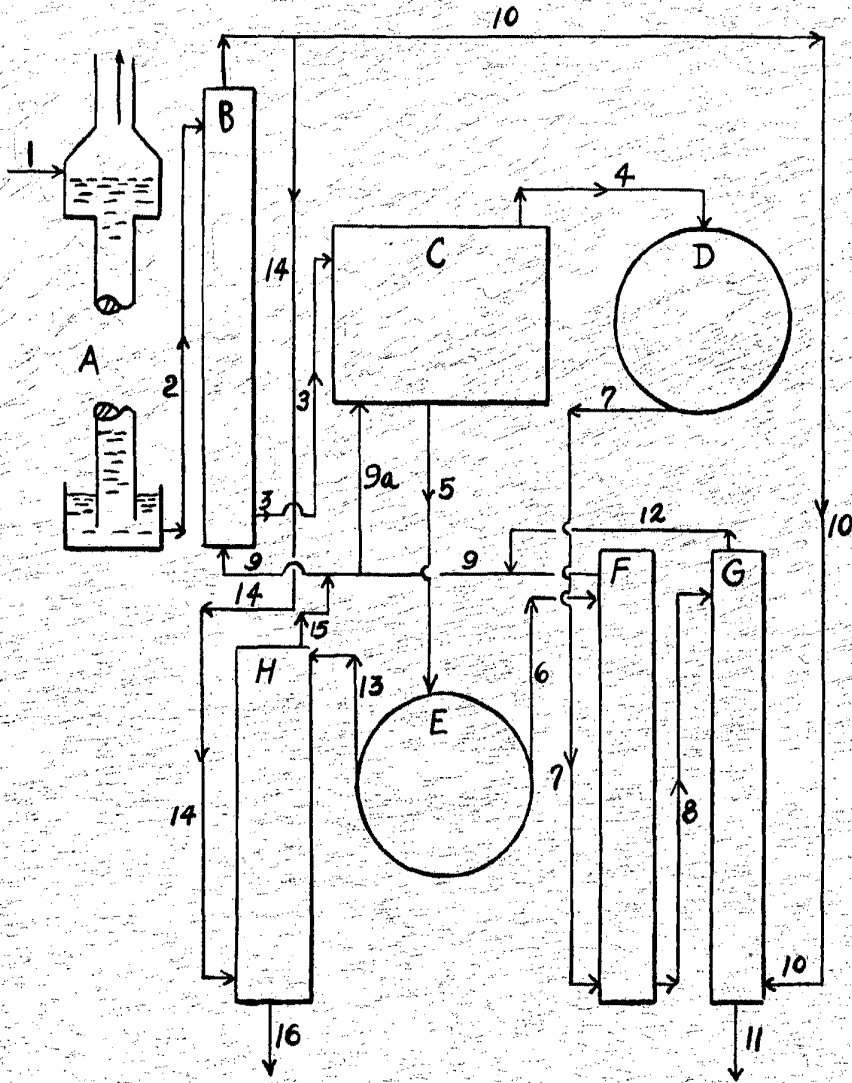


Fig. I.

Gorin



266849

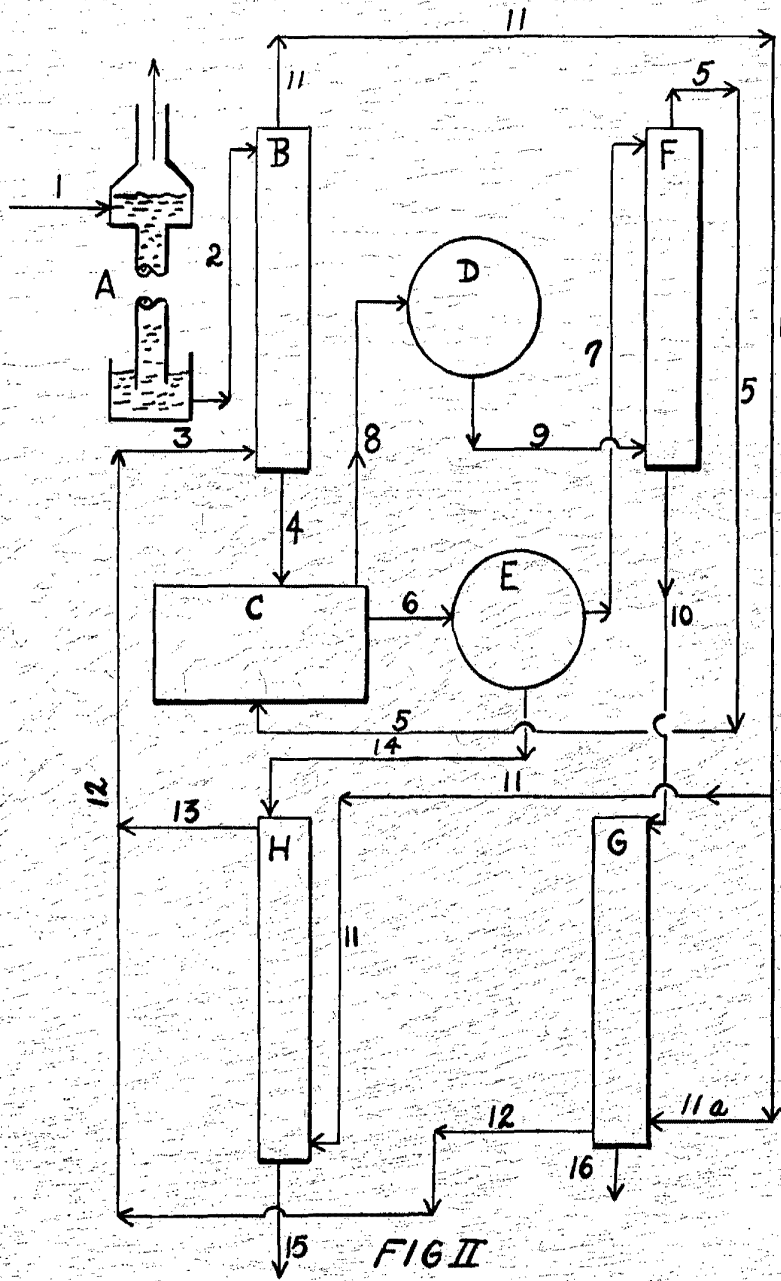


FIG II

Gorin