



282 798

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,  
sus territorios y plazas de soberanía, a  
favor de :

Don AZRIEL OSOR

de nacionalidad israelí, domiciliado en  
18 Dizengoff Street, TEL-AVIV (Israel) re  
lativa a :

"PROCEDIMIENTO PARA DESALINIZACION DE AGUA  
SALINA Y RECUPERACION DE SUS SALES, CON SU  
INSTALACION CORRESPONDIENTE".

=====



282798

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención tiene por objeto un procedimiento perfeccionado para la desalinización de agua salina, tal como agua de mar, agua salobre y salmueras salinas, y para la recuperación de las sales contenidas en las mismas. - - - - -

5.

En el procedimiento o método conocido para purificar aguas salinas por separación de fases por encima de la temperatura y presión críticas, existe un problema denominado "squeeze" (apretujamiento) por Ellis en "Fresh water from the ocean" (Agua dulce del océano), Ronald Press Co. 1954, Páginas 143-151. - - - - -

10.

Según Ellis "La dificultad surge de la cantidad de calor especialmente considerable absorbida por el agua entrante, en el intervalo de 750° a 800°F" (trabajando a una presión de 300 atmósferas tal como es propuesto por Von Platen en su patente norteamericana nº 2.520.186). "Si se intentara usar una instalación más económica a base de trabajar a presiones muy inferiores a 300 atmósferas, la anormal demanda de calor en el intervalo 700°-800°F sería todavía más acusada - dado que no está muy por encima de la presión crítica a la cual la evaporación fué dejada atrás".

15.

20.



282798

25. Por consiguiente, la sugerencia hecha por Von Platen en la patente antes mencionada, de trabajar a una presión que excediera considerablemente a la presión crítica, no resuelve satisfactoriamente el problema del "squeeze". - - - - -

Existen por lo menos dos importantes ventajas al trabajar tan cerca como sea posible de la presión crítica:

30. 1) el uso de una instalación más económica, y 2) la posibilidad de obtener una fase vapor con un contenido de sales tan bajo como 0,02 por ciento a la presión crítica y a 425°C, mientras que a 300 atmósferas y 445°C la fase vapor contiene 0,1 por ciento de sales; ver "The Phase Diagram of Sodium Chloride and Steam above the Critical Point" (El diagrama de fases cloruro sódico y vapor por encima del punto crítico) de Arne Olander y Halvard Llander, ACTA Chemica Scandinavia 4 (1950) 1437-1445. - - - - -

35.

De acuerdo con la presente invención la separación de fases es realizada a una presión tan próxima como sea posible a la presión crítica, con lo cual se obtiene agua purificada que contiene menos del 0,04 por ciento de sales a unos 400°C. El problema del "squeeze" es resuelto satisfactoriamente mediante compresión adicional de la fase vapor purificado que se separa (desde 220 hasta 245 atmósferas por ejemplo). - - - - -

40.

45.

Los resultados de la compresión adicional de la fase vapor son : 1) Una elevación de la temperatura del vapor de agua desde la temperatura  $T_s$  de separación de fa-

282798



- 50. ses hasta una temperatura de  $T_h$  más elevada, con lo cual se establece en la parte superior de la escala de temperaturas un salto térmico suficiente para una rápida transmisión del calor entre el agua saliente y el agua entrante. (comprimiendo diabáticamente vapor recalentado a 400°C, desde 220 a 245
- 55. atmósferas, la temperatura se eleva a unos 415°C), y 2) Un aumento del calor específico del vapor de agua adicionalmente comprimido. En consecuencia un salto térmico muy reducido entre los dos flúidos en la parte superior de la escala de temperaturas será suficiente para una transmisión continua
- 60. de calor, desde el agua saliente a la presión más alta ( $p_h$ ) hasta el agua salina entrante a la presión más baja ( $p_s$ ), sin necesidad de preocuparse de como salvar el "squeeze" cerca de la temperatura crítica. - - - - -

Además, según mi sistema, para el calor de compresión del vapor desde  $p_s$  hasta  $p_h$  tan solo tiene que proporcionarse una reducida cantidad de calor obtenido por combustión como calor de compensación de las pérdidas térmicas a través de las paredes de la instalación. - - - - -

- 65.
- 70. Por consiguiente, la compresión adicional de la fase vapor es un perfeccionamiento muy ventajoso de la técnica bien conocida de destilar agua de mar en la zona supercrítica, y este perfeccionamiento hace posible suministrar la cantidad de calor especialmente considerable que es absorbida por el agua entrante en el intervalo de 700° a 800°F,
- 75. con una cantidad de energía exterior mucho más reducida que la del procedimiento supercrítico conocido y también menor

282738



que la de cualquier otro procedimiento conocido de desalinización por destilación o por congelación. - - - - -

80. El método para destilar agua del mar es similar a un sistema de compresión de vapor, funcionando en la zona supercrítica. Según mi método, empleando una cantidad relativamente reducida de trabajo de compresión y de energía calorífica, se destila más del 90 por ciento de agua pura, mientras que, según cualquier método conocido por compresión de vapor funcionando por debajo de la temperatura crítica,
85. con un consumo de energía igual o incluso mayor, sólo puede obtenerse un rendimiento del 50 por ciento. Ello es debido al hecho de que, a la presión crítica, el agua de mar conteniendo de 3 a 3,5 por ciento de sales empieza a separarse, en una fase líquida y una fase vapor, a una temperatura (377°C) tan solo tres grados más alta que la temperatura crítica del agua pura (374°C), y con el aumento del contenido de sales de la fase líquida hasta por ejemplo 25
90. por ciento, la temperatura se eleva gradualmente hasta unos 400°C (ver la citada ACTA Chemica Scandinavia). Así pues, si la fase vapor a 400°C y a la presión crítica (225 kg/cm<sup>2</sup>), se comprimiere adiabáticamente hasta 240 Kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura pasaría de 400°C a unos 409°C (ver el diagrama temperatura-entropía del vapor). La línea de presión del vapor a
95. 240 Kg/cm<sup>2</sup> es superior a la línea de presión del agua de mar calentada desde 377°C hasta 400°C a 225 kg/cm<sup>2</sup>. El trabajo de compresión de 1000 kg. de vapor recalentado a 400°C desde 225 hasta 240 kg/cm<sup>2</sup> es aproximadamente 3,3 kWh, mientras que en un sistema por compresión de vapor funcionando
- 100.



282798

105. con agua pura entre 212°F y 222°F con paso de la presión del vapor de 1 a 1,22 atmósferas, se habrían necesitado aproximadamente 8,5 kWh de trabajo mecánico para hacer esta tarea sobre 1000 Kg. de vapor de agua (ver referencia Ellis, páginas 136-140). - - - - -

110. En la desalinización de agua salina destilando por debajo del punto crítico, y en la desalinización por congelación se ha propuesto, para resolver los problemas de cierre hermético y de corrosión y para reducir la cantidad de energía necesaria y el coste de la instalación, el uso

115. de flúidos no miscibles con agua como medio de intercambio térmico entre el agua o los cristales de hielo producidos, respectivamente, y el agua salina entrante. En los procedimientos conocidos (Billiland, patente norteamericana nº 2.976.224; Slattery, patente norteamericana nº 2.764.488;

120. Zarchin, patente norteamericana nº 2.821.304), el intervalo de temperaturas del intercambio térmico principal es tan solo de unos pocos grados (de 5 a 10°C), en la proximidad de la temperatura de vaporización o de congelación. - - - - -

En el muy amplio intervalo de temperaturas del procedimiento supercrítico (20-450°C), el volumen específico del agua pasa de 1 a unos 8 litros/kg., y el calor específico varía de 1 a más de 10 kcal/kg. - - - - -

125.

Uno de los objetos de la presente invención es un procedimiento de intercambio térmico entre la fase vapor de agua y la fase salmuera salina calientes producidas por encima de la temperatura crítica del agua pura y el agua salina.

140.



282738

- na fría saliente, a temperatura ordinaria, usando como medio de intercambio térmico flúidos no miscibles con el agua de modo que permitan solventar las dificultades derivadas del hecho de que las variaciones del volumen específico y del calor específico de estos flúidos al variar la temperatura, son totalmente diferentes de las variaciones de estas características físicas del agua al variar la temperatura. En los procedimientos conocidos (Ibing, patente británica nº 176.499;
- 135.
140. Rinckenbach, patente francesa nº 537.450; Sill, patente alemana nº 453.715; Otto, patente alemana nº 479.954) a base de utilizar aceites calientes en contacto directo con el agua a fin de calentarla, las dificultades antes mencionadas no son señaladas y no se da a conocer la manera de solventarlas.-
145. En una forma de realización preferida de la invención yo utilizo parafina a un intervalo de temperaturas comprendido entre unos 350°C y unos 400°C, dado que el peso específico de este líquido es mayor que el del agua en estas condiciones, mientras que a la temperatura ambiente el peso específico del agua es mayor que el de la parafina, y yo utilizo aire o nitrógeno o análogo comprimidos es decir, gases cuya temperatura crítica sea igual o menor que la temperatura ambiente, a un intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y por ejemplo 350°C (ver más abajo).
- 150.
155. Ninguno de estos dos flúidos han sido propuestos anteriormente como medio de intercambio térmico en dichas condiciones de temperatura y presión para la desalinización de agua salina (ver las ventajas más abajo). - - - - -



282798

160. Un tercer objeto de mi invención es un sistema generador de fuerza motriz a fin de convertir energía calorífica en el trabajo mecánico necesario para el funcionamiento de la planta de desalinización, con lo cual en vez de suministrar al sistema fuerza motriz mecánica, que es costosa, yo suministro a la planta calor obtenido por combustión, que es mucho más económico, utilizando la propia planta de desalinización como equipo único del sistema de fuerza motriz, y utilizando los ciclos de agua como medio de intercambio térmico de dicho sistema termodinámico, obteniendo por lo tanto toda la fuerza mecánica necesaria como subproducto del sistema de desalinización. - - - - -

175. La referencia Ellis Fig. 34, página 147, la referencia Van Platen y la patente norteamericana Thorssell núm. 1.204.716, indican la utilización de la energía procedente del fluido que se expande durante el procedimiento para accionar el compresor y por lo tanto para reducir la energía mecánica utilizada en la planta de desalinización.-

180. Esta manera conocida de aumentar el rendimiento de los procedimientos conocidos no tiene nada de común con mi nuevo método de convertir energía calorífica en trabajo mecánico, el cual solamente es posible dentro de mi procedimiento, dado que se trata de un sistema con dos presiones y un amplio intervalo de temperatura, y que se utiliza como fluido intercambiador un gas cuya temperatura crítica es más baja que la temperatura ambiente. - - - - -

185. Según la presente invención la transmisión de ca-



282738

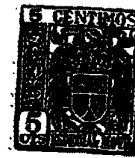
190. lor es realizada por medio de dos o más (preferentemente tres) ciclos de calefacción y de refrigeración de un flúido, o flúidos intercambiadores, haciéndose funcionar cada ciclo dentro de un intervalo específico de temperaturas, y teniendo la cantidad de flúido circulante por unidad de tiempo a través de cada uno de dichos ciclos substancialmente igual capacidad calorífica que la cantidad de agua salina introducida en la planta de desalinización por unidad de tiempo en dicho intervalo específico de temperaturas. - - - - -

195. Observación: Si el flúido intercambiador es un gas, el calor de vaporización del agua caliente vaporizada en el seno del gas calentado, y el calor de condensación del vapor de agua condensado por enfriamiento del gas húmedo, tiene que ser restado de, o sumado a, respectivamente, la capacidad calorífica del agua en dicho intervalo específico de temperaturas. - - - - -

200.

205. Ejemplo 1: Este ejemplo ilustra acerca del empleo, como agentes de intercambio térmico, de líquidos tales como mercurio o alquitranes, que a todas las temperaturas presentan una temperatura crítica más elevada y una tensión del vapor más baja que el agua, y que tienen una densidad mayor que el agua entre la temperatura ambiente y la temperatura máxima del procedimiento. - - - - -

210. Tales flúidos pueden ser utilizados como flúido intercambiador en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura por encima de



282738

la temperatura crítica del agua, es decir, por encima de todas las temperaturas del procedimiento. El mercurio, por ejemplo, no es miscible con el agua salina y no reacciona químicamente con la misma. (La pequeña cantidad de cloruro mercurioso que puede producirse a temperatura y presión elevadas dentro del aparato de intercambio térmico por reacción química entre el agua salina y el vapor de mercurio, puede separarse de las demás sales precipitadas, por sublimación, y por lo tanto el mercurio puede ser recuperado).

El calor específico del mercurio entre la temperatura ambiente y la temperatura máxima del procedimiento (unos 400°C) es aproximadamente 0,033 kcal/kg, y dicho metal puede ser utilizado en el procedimiento como medio de intercambio térmico a base de operar con los tres ciclos de mercurio que se indican a continuación por 1000 litros de agua salina introducidos por hora dentro de la planta de desalinización: Un primer ciclo utilizando unas 30 tons de mercurio (unos 2,3 metros cúbicos) por hora en el intervalo de 19°C-200°C, un segundo ciclo utilizando unas 40 tons de mercurio (unos 3,1 metros cúbicos) en el intervalo de 200°C-345°C, un tercer ciclo empleando unas 90 tons de mercurio (unos 7 metros cúbicos) en el intervalo de 345°C-408°C.

Según este ejemplo, 1000 litros de agua salina a 17°C son comprimidos desde 1 a 220 atmósferas y luego calentados a unos 196°C por intercambio térmico a contracorriente con unas 30 tons de mercurio a 200°C (primer ciclo de mercurio - ver más arriba). Después, el agua salina es calentada



282738

240. desde 196 $\frac{1}{2}$  hasta unos 335 $\frac{1}{2}$ C, por intercambio térmico a contracorriente con unas 40 tons de mercurio a 345 $\frac{1}{2}$ C (segundo ciclo de mercurio-ver más arriba). Luego, el agua salina es calentada desde 335 $\frac{1}{2}$ C hasta 400 $\frac{1}{2}$ C, mediante 90 tons de mercurio a 408 $\frac{1}{2}$ C (tercer ciclo de mercurio - ver más arriba).-

245. Al mismo tiempo que se eleva la temperatura del agua salina bajo la presión de 220 atmósferas, desde 17 hasta 400 $\frac{1}{2}$ C, el agua se separa en una fase líquida y una fase vapor, y es dividida, mientras circula por un tanque horizontal, en una fracción ligera superior de vapor (aproximadamente 90 por ciento del agua salina entrante) que  
250. contiene menos de 400 partes por millón de sales ( es decir, agua potable) y una fracción pesada inferior de líquido (aproximadamente 10 por ciento del agua salina entrante) de una salmuera salina concentrada. Por último, la fracción ligera es sometida a otra elevación de temperatura hasta  
255. 410 $\frac{1}{2}$ C, por ejemplo, mediante compresión adicional y calefacción. Después de esto, ambas fracciones, cada una por separado - la fracción ligera a 410 $\frac{1}{2}$ C y la fracción pesada a 400 $\frac{1}{2}$ C, o también a 410 $\frac{1}{2}$ C, si ha sido también calentada - son enfriadas a unos 350 $\frac{1}{2}$ C por intercambio térmico a contra  
260. corriente con unas 81 tons de mercurio, a 345 $\frac{1}{2}$ C , para el agua purificada, y con unas 9 tons de mercurio a 345 $\frac{1}{2}$ C para la salmuera salina, resultando con ello calentado el mercurio a unos 408 $\frac{1}{2}$ C. Después, el agua purificada y la salmuera salina son enfriadas a unos 204 $\frac{1}{2}$ C por intercambio térmico  
265. a contracorriente con unas 36 tons y unas 4 tons de mercurio, respectivamente, partiendo de unos 200 $\frac{1}{2}$ C, resultando.



282798

con ello calentado este mercurio a unos 345°C. Por último el agua purificada y la salmuera salina son enfriadas desde 204°C hasta unos 21°C por intercambio térmico a contracorriente con 27 tons y 3 tons de mercurio, respectivamente, hasta unos 19°C. El agua purificada y la salmuera salina se expansionan a 1 atmósfera antes de ser evacuadas de la planta, y la energía liberada se utiliza de cualquier manera conocida (ver más arriba) para restituir una proporción substancial del trabajo de compresión suministrado al sistema. -

Ejemplo 2: Este ejemplo ilustra acerca del empleo, como agentes de intercambio térmico, de sustancias tales como parafinas, que a todas las temperaturas presentan una temperatura crítica más elevada y una tensión del vapor más baja que el agua y que tienen una densidad menor que el agua a la temperatura ambiente. Tales flúidos pueden ser utilizados como flúido intercambiador en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura de unos 300°C y también en el intervalo de por encima de 350°C. En el intervalo de temperaturas más bajas, la densidad del agua es mayor que la de la parafina, con lo cual el agua circula de la parte superior a la parte inferior del aparato de intercambio térmico, a contracorriente con la parafina que asciende como intercambiador térmico. En el intervalo de temperaturas más altas la densidad del agua es menor que la de la parafina, con lo cual el agua circula de la parte inferior a la parte superior del aparato de intercambio térmico, a contracorriente con la parafina que desciende. - - - - -

Ejemplo 3: Como flúidos intercambiadores en el in-



102708

- 295. tervalo comprendido entre la temperatura ambiente y un poco por debajo de la temperatura crítica del agua, pueden ser usados flúidos ordinariamente en estado gaseoso, tales como aire y preferentemente nitrógeno, que no son miscibles con agua salina, especialmente agua de mar, en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y un poco por debajo de la temperatura crítica del agua, y que tienen una temperatura crítica que se encuentra debajo de la temperatura ambiente. - - - - -
- 300.

- El siguiente ejemplo ilustra acerca del empleo de gases comprimidos, preferentemente nitrógeno, como flúido intermediario para el intercambio térmico entre el agua de mar entrante y el agua desalinizada y la salmuera salina salientes, en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica del agua, en tanto que líquidos, tales como parafina, son utilizados en el intervalo comprendido entre una temperatura un poco por debajo de la crítica y la temperatura máxima del procedimiento (superior a la temperatura crítica del agua), el primero (los gases o nitrógeno comprimidos) tiene una densidad menor que la del agua por debajo del punto crítico del agua, y la última (parafina, por ejemplo) tiene una densidad mayor que el agua en el intervalo entre un poco por debajo de la temperatura crítica del agua y la temperatura máxima del procedimiento (superior a la temperatura crítica del agua, cerca o por encima de la presión crítica del agua). - - - - -
- 305.
  - 310.
  - 315.
  - 320.



2000

Según una forma de realización de la presente invención el ciclo del gas comprimido (nitrógeno, por ejemplo) - a una presión inicial ( $p_g$ ) que es un poco inferior, igual o superior, a la presión crítica del agua (217,4 atmósferas) incluye la compresión a una temperatura mayor ( $p_h$ ), a temperatura ambiente o un poco por encima, el calentamiento a un poco por debajo de la temperatura crítica del agua por intercambio térmico a contracorriente con agua desalinizada caliente y salmuera salina caliente, el calentamiento adicional mediante calor externo, y la expansión del gas caliente hasta la presión inicial (de  $p_h$  a  $p_g$ ). - - - - -

A la misma presión (220 atmósferas, por ejemplo), el volumen específico del gas (nitrógeno, por ejemplo) a una temperatura próxima a la temperatura del agua es unas 2 $\frac{1}{2}$  veces mayor que su volumen específico a la temperatura ambiente, y el trabajo de expansión desde la presión  $p_h$  hasta la presión  $p_g$  a una temperatura próxima a la temperatura crítica es también unas 2 $\frac{1}{2}$  veces mayor que el trabajo de compresión de la misma cantidad de gas desde  $p_g$  hasta  $p_h$  a la temperatura ambiente. - - - - -

El trabajo que resulta disponible en el ciclo de nitrógeno es utilizado para proporcionar todo el trabajo mecánico necesario para el funcionamiento de los ciclos de agua y de los flúidos intercambiadores, con lo cual en vez de utilizar fuerza motriz mecánica, que es cara, se utiliza energía obtenida por combustión, que es más barata, la cual es transformada en energía mecánica, mediante dicho ciclo de nitrógeno accionado por la instalación de desalinización.



350.

El dibujo adjunto es una representación esquemática que muestra, a título de ejemplo, una planta para la realización de la invención, usando nitrógeno y parafina como flúidos intercambiadores. - - - - -

355.

El calor específico de la parafina usada en el ejemplo que sigue es aproximadamente 0,7 kcal/kg en el intervalo de temperaturas de 340°C-440°C, y en el intervalo de presiones de 220-245 atmósferas, y el calor específico del nitrógeno es aproximadamente 0,25 kcal/kg en el intervalo de 0 - 400°C y entre 220 -245 atmósferas. - - - - -

360.

Aun cuando el tiempo de contacto entre el agua y el gas comprimido dentro del aparato intercambiador de calor sea muy reducido, no obstante, en el seno del gas que circula a contracorriente se vaporiza una cantidad considerable de agua desalinizada caliente y de salmuera salina

365.

caliente. Por otra parte, el vapor de agua mezclado con el gas calentado por el agua desalinizada caliente y la salmuera salina caliente, se condensa al ser enfriado por el agua salina fría entrante (ver más abajo). El calor absorbido del agua desalinizada y de la salmuera salina por la vaporización

370.

es suministrado al agua salina por la condensación (ver más abajo). Además, el trabajo de expansión de dicha agua vaporizada desde  $p_h$  hasta  $p_s$  es utilizado dentro del procedimiento (ver más abajo). - - - - -

375.

La planta representada en el dibujo comprende en esencia un ciclo de agua salina, un ciclo de agua desalinizada, un ciclo de salmuera salina, un ciclo de parafina y un



232730

380. ciclo de nitrógeno, e incluye compresores, unidades motrices, bombas, aparatos de intercambio térmico, unidades calefactoras y separadores de agua salina. El agua salina o agua de mar a la temperatura ambiente ( $t_0$ ) se introduce en esa planta a través de la tubería 1, mediante una bomba de doble efecto  $P_1$ , dotada de cilindro 2 y pistón 3, vástago 4 unido al pistón 5, que se mueve dentro del cilindro 6 de la unidad motriz  $M_1$ . - - - - -

385. Cuando la cámara derecha del cilindro de la bomba  $P_1$  actúa como cámara impulsora, comunica a través del conducto 7 y el rociador o distribuidor 8, con la parte superior de un aparato vertical  $H_1$  de intercambio térmico, en el interior del cual el agua salina, que es comprimida por la

390. bomba  $P_1$  desde 1 atmósfera hasta por encima de la presión crítica (por ejemplo, hasta 220 atmósferas =  $p_g$ , presión inicial del sistema), es calentada a una temperatura  $t_4 = 356^\circ\text{C}$  por intercambio térmico a contracorriente con nitrógeno caliente a las temperaturas  $t_8$ ,  $t_6$  y  $t_3$  (ver más abajo)

395. y a una presión de 220 atmósferas, introducido dentro del aparato  $H_1$  de intercambio térmico, respectivamente mediante los inyectores  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ , y que asciende en filetes delgados o en pequeñas burbujas a través del aparato  $H_1$  a contracorriente con el agua salina descendente o viceversa: el a-

400. gua salina desciende en filetes delgados o en gotas, a contracorriente con el nitrógeno comprimido ascendente o bien los flúidos pasan a través de un relleno granulado inerte. -

El agua salina descendente pasa por el embudo 9 a



907,736

la celda cónica 10, en donde se depositan y reúnen las partículas sólidas contenidas en el agua salina o precipitadas en la misma. Los sólidos depositados son extraídos de tiempo en tiempo, junto con pequeñas cantidades de agua salina, abriendo la válvula 11 (las partículas sólidas depositadas en las celdas cónicas 10', 17 y 18 son extraídas abriendo, de tiempo en tiempo, las válvulas 11', 19 y 20 respectivamente). Seguidamente el agua de mar a una temperatura  $t_4 = 356^{\circ}\text{C}$ , circula por el conducto 12, el distribuidor 13 y por el aparato  $H_2$  de intercambio térmico (de abajo a arriba) y es calentada a una temperatura  $t_8 = 400^{\circ}\text{C}$ , por intercambio térmico a contracorriente con parafina a una temperatura  $t_9 = 408^{\circ}\text{C}$  y a 220 atmósferas, introducida por el inyector  $A_2$  por la parte superior del aparato  $H_2$ . La parafina enfriada a  $t_5 = 358^{\circ}\text{C}$ , después de circular a través del aparato  $H_2$ , pasa por el embudo B a la celda C, en donde las partículas sólidas precipitadas del agua de mar se depositan y reúnen para ser extraídas de tiempo en tiempo, junto con una pequeña cantidad de parafina, abriendo la válvula D (la parafina puede ser recuperada fácilmente de diversas maneras conocidas). - - - -

El agua de mar sale por la parte superior del aparato  $H_2$ , a través del conducto 14 a una temperatura  $t_3 = 400^{\circ}\text{C}$ , o un poco inferior, y después pasa a través del serpentín calefactor 15 (este serpentín es calentado por medio de quemadores alimentados con combustible junto con los serpentines calefactores 15', 15'' y 15''' con la finalidad de elevar hasta  $400^{\circ}\text{C}$  la temperatura del vapor de agua salina



282.738

que penetra en el separador S - ver más abajo), a través del conducto 16, y por último penetra en el separador S, por el fondo de su parte extrema derecha. - - - - -

435. El agua de mar caliente, a unos 400°C y a 220 atmósferas, con un volumen específico de unos 8 litros por kg, circula desde la parte derecha a la parte izquierda del separador S y se separa en una fase vapor superior pobre en sales y en una fase líquida inferior rica en sales, y al mismo tiempo cristales de sal son recogidos en las celdas

440. cónicas 17, 18, para ser extraídos junto con una pequeña cantidad de salmuera salina, abriendo de tiempo en tiempo las válvulas 19 y 20 respectivamente. - - - - -

445. A partir de la parte superior izquierda del separador S, el agua purificada (vapor) sale a través del conducto 21 y penetra en el cilindro 22 del compresor C<sub>1</sub>. Al mismo tiempo que el agua desalinizada (vapor) penetra en la cámara izquierda del cilindro del compresor C<sub>1</sub>, dotado de cilindro 22 y pistón 23, la cámara derecha del cilindro actúa como cámara de impulsión, en donde el agua (vapor) es

450. comprimida desde 220 hasta 245 atmósferas, por ejemplo (245 atmósferas es en este ejemplo la máxima presión - p<sub>h</sub> - del sistema), cuyo aumento de presión da por resultado la elevación de la temperatura del agua purificada (vapor) desde t<sub>s</sub> = 400°C hasta t<sub>h</sub>, y seguidamente el agua desalinizada

455. (vapor) fuertemente comprimida es conducida a través del conducto 24 y del distribuidor 25, al interior del aparato H'<sub>2</sub> de intercambio térmico, por su parte inferior. El agua ca-

282798



460. liente desalinizada (vapor) a  $t_h$  asciende de la parte inferior a la parte superior del aparato  $H'_2$  en contracorriente con la parafina que desciende, inyectada a una temperatura  $t_5 = 358^\circ\text{C}$  y a 245 atmósferas a través del inyector  $A'_2$  (ver más abajo, el ciclo de parafina). - - - - -

465. El agua desalinizada enfriada por intercambio térmico a contracorriente con la parafina descendente a una temperatura  $t_7 = 370^\circ\text{C}$ , circula a través del conducto 26 y del distribuidor 27, y penetra en el aparato  $H'_1$  de intercambio térmico, por su parte superior, descendiendo por este aparato desde su parte superior hasta su parte inferior en intercambio térmico a contracorriente con el nitrógeno que asciende introducido por el inyector  $a'_1$  a una temperatura  $t_2 = 28^\circ\text{C}$  y a 245 atmósferas (ver más abajo, el ciclo del nitrógeno). - - - - -

475. El agua desalinizada enfriada a 245 atmósferas, sale por la parte inferior del aparato  $H'_1$  a través del conducto 28 y penetra en la parte izquierda del cilindro de la unidad motriz  $M_1$  accionando el pistón 5 que está unido mediante el vástago 4 al pistón 3 de la bomba  $P_1$  de izquierda a derecha. De esta manera el agua desalinizada a una temperatura un poco por encima de la temperatura ambiente y a una presión de 245 atmósferas, al mismo tiempo que penetra en la cámara izquierda del cilindro de la unidad motriz  $M_1$  impulsa el agua salina fría de la cámara derecha del cilindro de la bomba  $P_1$  hacia el aparato  $H_1$  intercambiador de calor, en donde la presión es solamente de 220 atmósferas, a través del conducto 7 y del inyector 8. El agua fría de-

480.

485.

282798



Y

490. salinizada es evacuada a través del conducto 1' hasta un recipiente almacenador de agua (no representado en la figura), previa compresión e introducción en el ciclo de nitrógeno del gas disuelto liberado del agua desalinizada después de su expansión desde 245 a aproximadamente 1 atmósfera. La parafina, que es más soluble en agua a alta temperatura, sale junto con el agua fría desalinizada y se separa en dicho recipiente almacenador y se recupera. - - - - -

495. Por la parte inferior izquierda del separador S la salmuera salina residual sale a través de la celda cónica 29, pasa por el conducto 30 y el inyector 8' y penetra en el aparato h de intercambio térmico por su parte superior, descendiendo desde esta parte hasta la parte inferior a contracorriente con el nitrógeno que asciende, introducido por los inyectores  $b_1$  y  $b_2$  situados respectivamente en la parte inferior y en la parte central del aparato intercambiador. La salmuera salina enfriada y las sales recuperadas son extraídas de la celda cónica 10', abriendo de tiempo en tiempo la válvula 11'. - - - - -

505. Para el intercambio térmico entre aproximadamente 1 ton de agua desalinizada (vapor) a  $t_h$  y 1,1 ton de agua salina a  $t_4 = 356^{\circ}\text{C}$  aprox. por unidad de tiempo, se dispone un ciclo de unas 7 tons de parafina por unidad de tiempo, tal como sigue: - - - - -

510. La parafina a 245 atmósferas, asciende a partir de la parte inferior del aparato H'2 (ver más arriba), a través de los conductos 31 y del serpentín 15' en donde la pa-

282798



515. rafina circulante es calentada con calor producido por combustión que se suma con el calentamiento del serpentín 15 (ver más arriba), o que substituye al mismo, y penetra en la cámara izquierda 32 del cilindro de la unidad motriz  $M_3$ , accionando el pistón 33 de izquierda a derecha. Al mismo tiempo, la cámara derecha del cilindro de la unidad motriz  $M_3$  actúa como cámara de impulsión. La parafina expansionada
520. hasta unas 220 atmósferas pasa a través del conducto 34, y seguidamente una parte de la parafina circula por el serpentín calefactor 15', el conducto 34' y el inyector  $A_2$ , y la mayor parte de la parafina pasa a través del conducto 34 y del inyector  $A'_2$ . La parafina introducida desciende por
525. el aparato  $H_2$  intercambiador de calor, en filletes delgados o en gotas, o a través de un relleno granulado inerte, a contracorriente con el agua del mar que asciende (ver más arriba). La parafina descendente es enfriada a  $t_5 = 358^\circ\text{C}$  aprox. por el agua salina ascendente, introducida por el inyector
530. 13, la cual es calentada de la temperatura  $t_4 = 356^\circ\text{C}$  a  $t_8 = 400^\circ\text{C}$ . La parafina enfriada de esta manera pasa por el embudo B, la celda C y la válvula 35 (o por la válvula D), el conducto 36, y penetra en la cámara izquierda del cilindro de la bomba  $P_2$ , dotada de cilindro 37 y pistón 38 unidos mediante el vástago 4 al pistón 33 de la unidad motriz
535.  $M_3$ . En esta posición, la cámara derecha del cilindro de la bomba  $P_2$ , en donde la parafina es comprimida desde 220 hasta 245 atmósferas, actúa como cámara de impulsión y está conectada a través del conducto 39 y del inyector  $A'_2$  con la
540. parte superior del aparato  $H'_2$ . La parafina introducida desciende por el aparato  $H'_2$  y es calentada por intercambio



282798

545.

térmico a contracorriente con el agua desalinizada (vapor) que asciende por el aparato  $H'_2$ , y que penetra por la parte inferior de este aparato a  $t_h$ , a través del distribuidor 25, y que sale a  $t_7 = 370^{\circ}C$  por la parte superior a través del conducto 26 (ver más arriba). La parafina caliente sale de la parte inferior del aparato  $H'_2$ , a unas 245 atmósferas en pequeña parte por el conducto 31' y la válvula  $V'_2$  y en su mayor parte por el conducto 31 y la válvula  $V_2$ , terminando con ello un ciclo de parafina y principiando un nuevo ciclo de parafina de acuerdo con la invención. - - - - -

550.

555.

Aun cuando la cantidad de parafina que acciona el pistón 33 de la unidad motriz  $M_3$  es la misma que la cantidad de parafina impulsada por el pistón 38 de la bomba  $P_2$ , el volumen de esta última a la misma presión de 245 atmósferas es más reducido, a causa de que su temperatura (unos  $358^{\circ}C$ ) es unos  $50^{\circ}C$  más baja. En consecuencia, la unidad motriz  $M_3$  produce teóricamente más energía mecánica que la energía mecánica necesaria para el funcionamiento de la bomba  $P_2$  para igual ciclo. - - - - -

560.

565.

Para el intercambio térmico entre 1 ton del agua caliente purificada (vapor) producida, 0,1 ton aprox. de la salmuera salina caliente producida y 1,05 a 1,1 ton del agua salina o agua de mar fría saliente a  $t_0 = 17^{\circ}C$ , por ejemplo, por unidad de tiempo, se dispone un ciclo de 4,1 a 4,4 tons de nitrógeno comprimido por unidad de tiempo, tal como sigue: - - - - -

De las 4,1 a 4,4 tons de nitrógeno que salen por la parte superior del aparato  $H_1$  a  $t_1 = 19^{\circ}C$  aprox. y a  $p_3 =$



262720

- 570. 220 atmósferas (ver más abajo), aproximadamente 4 tons pasan por la válvula reguladora V, el conducto 40 y penetran en la cámara izquierda del cilindro del compresor C<sub>3</sub>, dotado de cilindro 41 y pistón 42, para ser comprimidas adiabáticamente desde 220 hasta 245 atmósferas ( con esta compresión la temperatura asciende de t<sub>1</sub> = 19°C a t<sub>2</sub> = 28°C aprox.). El trabajo de compresión es de 10,5 kWh aproximadamente. Al mismo tiempo, la cámara derecha del cilindro del compresor C<sub>3</sub> actúa como cámara de impulsión y a través del conducto 43 y del inyector a'<sub>1</sub> queda conectada con el aparato E'<sub>1</sub> por su parte inferior. - - - - -

- 585. Después de ascender por el aparato E'<sub>1</sub>, en intercambio térmico a contracorriente con el agua purificada descendente, inyectada por la parte superior del aparato H'<sub>1</sub> a t<sub>7</sub> = 370°C aprox., una parte del nitrógeno húmedo a t<sub>3</sub> sale por el conducto 44 situado aproximadamente a media altura del aparato H'<sub>1</sub> y penetra en la cámara izquierda del cilindro de la unidad motriz M<sub>2</sub>, dotada de cilindro 45 y pistón 46, en donde el nitrógeno húmedo se expande desde 245 hasta 220 atmósferas, con lo cual se obtiene una parte de la energía necesaria en la planta. Al mismo tiempo, la cámara derecha del cilindro de la unidad motriz M<sub>2</sub> actúa como cámara de impulsión, y a través del conducto 47 y del inyector a<sub>3</sub> queda conectada con el aparato E<sub>1</sub> a aproximadamente la mitad de su altura y seguidamente el nitrógeno húmedo asciende por este aparato, junto con el nitrógeno húmedo introducido por el inyector a<sub>2</sub> a mayor temperatura (t<sub>5</sub>), y con el nitrógeno húmedo introducido por el inyector a<sub>1</sub> todavía a mayor temperatura



2.82.198

600. ( $t_8$ ), que se originan en la parte superior del aparato  $H'_1$  y  $h$  respectivamente. El vapor de agua resulta por lo tanto enfriado y se condensa, y el nitrógeno resulta enfriado a  $t_1 = 19^{\circ}\text{C}$  aprox. - - - - -

605. El restante nitrógeno húmedo, que no ha salido del aparato  $H'_1$  por el conducto 44, continúa ascendiendo por dicho aparato, se calienta todavía más y su humedad absoluta aumenta. Por la parte superior del aparato  $H'_1$  el nitrógeno húmedo caliente sale a través del conducto 48, pasa por el serpentín calefactor 49, y el conducto 50, y penetra en la cámara izquierda del cilindro de la unidad matriz  $H_4$ , dotada de cilindro 51 y pistón 52, en donde el nitrógeno se expande (expansión adiabática) desde 245 hasta 220 atmósferas, con lo cual se enfría a  $t_6 = 363^{\circ}\text{C}$ .

610. Al mismo tiempo, la cámara derecha del cilindro de la unidad matriz  $H_4$  actúa como cámara de impulsión, y a través del conducto 53, la válvula de regulación  $V_1$  y el inyector  $a_2$  queda conectada con el aparato  $H_1$ , y seguidamente el nitrógeno asciende por este aparato a contracorriente con el agua salina que desciende (véase más arriba). Una parte de este nitrógeno húmedo pasa por la válvula de regulación  $V'_1$ , el serpentín calefactor 15'' y el inyector  $b_2$ , y penetra en el aparato  $h$ .

620. La salmuera salina a unos  $40^{\circ}\text{C}$ , pulverizada o atomizada desde la parte superior del aparato  $h$  en el seno de la corriente de nitrógeno caliente ascendente, se evapora parcial o totalmente, en dependencia con la temperatura y la cantidad de gas circulante. - - - - -

232798



625. De las 4,1 tons de nitrógeno a unos 1980 que salen por la parte superior del aparato  $H_1$ , aproximadamente 0,1 tons pasan por la válvula  $V'$ , el conducto 40' y el inyector  $b_1$  y penetran en el aparato  $h$  por su parte inferior. El nitrógeno que asciende por el aparato  $h$
630. es calentado por la sal seca caliente o por la mezcla caliente de sal y salmuera que descienden, y el nitrógeno calentado de esta manera se mezcla con el nitrógeno caliente que penetra en el aparato  $h$  a un nivel más alto por el inyector  $b_2$ , sin dejar de ascender por el aparato  $h$ , y
635. la mezcla caliente de vapor de agua y nitrógeno salen por la parte superior del aparato  $h$  a través del conducto 54, el compresor o bomba de circulación  $C_4$  y el inyector  $a_1$  y penetran en el aparato  $H_1$  por su parte inferior. Las presiones en los aparatos  $H_1$  y  $h$  son aproximadamente iguales ( $p_s = 220$  atmósferas), por lo cual sólo se necesita una cantidad muy reducida de energía mecánica para hacer circular la mezcla caliente de vapor y gas desde el aparato  $h$  hasta el aparato  $H_1$  por medio del compresor o bomba de circulación,  $C_4$ : - - - - -
- 640.
645. El trabajo mecánico teórico, consumido o generado en la instalación, mientras tienen lugar los ciclos antes mencionados (1,05 tons de agua de mar, 7 tons de parafina y 4,1 tons de nitrógeno), se indica en la siguiente tabla : - - - - -



282793

650.

Trabajo mecánico teórico consumido (-) o generado (+) :

|                           |   |  |   |               |
|---------------------------|---|--|---|---------------|
| En el ciclo del agua      | { | por la bomba $P_1$ . . . . .                 | - | 6,50 kWh      |
|                           |   | por la unidad motriz $M_1$ . . . . .         | + | 6,90 "        |
|                           |   | por el compresor $C_1$ . . . . .             | - | 5,10 "        |
| En el ciclo del nitrógeno | { | por el compresor $C_3$ . . . . .             | - | 10,50 "       |
|                           |   | por las unid. motriz $M_4$ y $M_2$ . . . . . | + | 23,00 "       |
|                           |   | por el compresor $C_4$ . . . . .             | - | 0,20 "        |
| Id. id. para-fina         | { | por $M_3$ y $P_2$ . . . . .                  | + | <u>0,40 "</u> |

Teóricamente resulta un sobrante de energía + 8,00 kWh

660.

En la práctica este sobrante de energía es suficiente para asegurar el funcionamiento de las bombas ( $P_1$  y  $P_2$ ) y compresores ( $C_1$ ,  $C_3$  y  $C_4$ ) de la planta, que están directamente unidos a las unidades motrices ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  y  $M_4$ ) de la planta, y son accionados por las mismas. - - - -

665.

Observación : el sobrante de energía puede ser aumentado elevando la presión  $p_h$ . - - - - -

670.

El calor de expansión (23 kWh) del nitrógeno húmedo dentro de las unidades motrices  $M_3$  y  $M_4$  es proporcionado al ciclo del nitrógeno directa o indirectamente por los serpentines calefactores 15, 15', 15", 15''' y 49, y por la conversión de 5,1 kWh de energía mecánica en calor de compresión dentro del compresor  $C_1$ . - - - - -

La energía total, obtenida quemando combustible, que tiene que proporcionarse a dichos serpentines calefactores, suponiendo pérdidas térmicas del 20 por ciento en



232798

675. dichos serpentines, más, un suplemento por posibles pérdidas térmicas a través de las paredes de la instalación, es de aproximadamente 25.000 kcal, o menos de 30 kw/h, por cada 1000 litros de agua dulce producida a partir de 1050 litros de agua de mar. - - - - -

680. Por consiguiente son necesarios tan solo unos 2,5 kg de combustible para el ciclo de 1,1 tons de agua de mar y de los flúidos intercambiadores, según la invención, con producción de 1 ton de agua dulce. - - - - -

685. Debe hacerse observar que la cantidad de calor obtenido por combustión que hay que suministrar al sistema puede ser disminuída trabajando con una diferencia de presiones más pequeña. - - - - -

690. En los ejemplos anteriores la temperatura y presión del agua de mar introducida en el separador eran aproximadamente 400°C y 220 atmósferas. Ahora bien, elevando suficientemente la temperatura (aproximadamente 430°C) sin modificar la presión de 220 atmósferas, la fase líquida llega a saturarse y las sales disueltas precipitan en la celda cónica C del aparato H<sub>2</sub> y en las celdas cónicas 17 y 18 del separador S (ver más arriba). Las sales precipitadas pueden evacuarse junto con una pequeña cantidad de salmuera madre, de cualquier manera conocida intermitente o continua. - - - - -

695. Ejemplo : el agua del Mar Muerto a una profundidad de unos 30 metros contiene aproximadamente 282 gramos

700.



282738

de sales por litro (aproximadamente 918 gr agua; 13 gr KCl; 6 gr  $MgBr_2$ ; 80 gr NaCl; 142 gr  $MgCl_2$ ; 40 gr  $CaCl_2$ ; 1 gr  $CaSO_4$ ) y su peso específico es 1,2 aprox. - - - - -

705.

El agua del Mar Muerto a la presión crítica del agua o a mayor presión se calienta a una temperatura suficientemente elevada por encima de la temperatura de saturación de las sales disueltas (la temperatura de saturación del NaCl es de unos 43°C a 220 atmósferas, por ejemplo).

710.

El  $CaSO_4$ , el NaCl y una sal doble de KCl y  $MgCl_2$  precipitan en los aparatos  $E_1$  y  $E_2$  y en el separador de fases S. La mayor parte del  $MgCl_2$  y  $MgBr_2$ , y todo el  $CaCl_2$  permanecen disueltos en la salmuera caliente residual muy concentrada, si no se alcanza la temperatura de saturación de estas sales. La salmuera residual circula por el conducto 30

715.

y el inyector 8' y penetra en el aparato h por su parte superior, en contracorriente con el nitrógeno que asciende (ver más arriba) el ciclo de nitrógeno). De la salmuera residual tratada por lo tanto a partir del separador S precipitará la mayor parte o todo el  $MgCl_2$  y  $MgBr_2$ . - - - - -

720.

Aproximadamente 1000 litros de agua dulce pueden ser producidos a partir de unos 1670 litros (2000 kg aprox.) de agua del Mar Muerto, conteniendo unos 1530 kgs de agua y unos 470 kgs de sales disueltas. La cantidad de nitrógeno necesaria para el intercambio térmico por cada ciclo de 1670

725.

litros de agua del Mar Muerto es de unas 7 tons, mientras que la cantidad de nitrógeno necesaria por cada ciclo de 1050 a 1100 litros de agua de mar, es de unas 4,1 tons. En

282798



cada caso se producen unos 1000 litros de agua purificada.-

730. Todo el trabajo mecánico necesario para la producción de 1 ton de agua dulce a partir de 2 tons de agua del Mar Muerto y para la recuperación de las sales disueltas es producido convirtiendo en fuerza motriz unos 50 k.h de energía calorífica. - - - - -

735. Habiendo efectuado la descripción que precede debe hacerse constar que la esencialidad de la invención es la que se define y concreta en los términos de las reivindicaciones que a continuación se formulan. - - - - -

N O T A

740. Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes : -

R E I V I N D I C A C I O N E S

745. 1.- Procedimiento para desalinización de agua salina y recuperación de sus sales, realizado por separación de fases en la proximidad del punto crítico del agua, caracterizado porque se utiliza por lo menos un fluido no miscible con el agua salina y químicamente inerte respecto a la misma, a fin de efectuar un intercambio térmico a contracorriente entre el agua salina fría entrante y el agua purificada caliente saliente, a una temperatura por encima de la temperatura crítica del agua y de la salmuera salina caliente saliente, el fluido no miscible que se utiliza en el intervalo de temperaturas comprendido entre un poco por debajo y un poco por encima de la temperatura crítica del agua

750.

282798

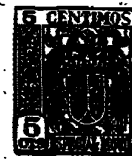


- 755. encontrándose en estado líquido y teniendo una densidad mayor que la del agua salina en dicho intervalo de temperaturas, y el fluido no miscible que se utiliza en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica del agua encontrándose ya sea en estado líquido y teniendo una densidad mayor o menor que el agua en dicho intervalo de temperaturas ya sea en estado gaseoso, siendo la capacidad calorífica de la corriente o corrientes de fluido no miscible igual a la capacidad calorífica de las corrientes de agua que circulan en contacto directo y con intercambio térmico a contracorriente, en el amplio intervalo de temperaturas del procedimiento de unos 400°C, todo ello operando con dos o más ciclos de cantidades predeterminadas de medio fluido de intercambio térmico que tienen una capacidad calorífica igual a la capacidad calorífica de la corriente de agua en dos o más intervalos de temperatura respectivamente comprendidos entre la temperatura más baja y la temperatura más alta del procedimiento, suministrando energía externa al sistema a fin de producir la elevación final de la temperatura del agua salina hasta dicha temperatura de separación de fases. - - - - -
- 760.
- 765.
- 770.
- 775.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se utilizan varios ciclos de intercambio térmico entre agua salina, agua purificada y salmuera evacuada, y medios de intercambio térmico del tipo referido, funcionando cada ciclo en un intervalo predeterminado de temperaturas. - - - - -

780.

282798

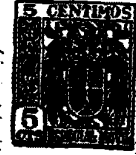


785. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el calentamiento con medios de intercambio térmico, según se ha definido, es utilizado a fin de calentar el agua salina saliente hasta la temperatura y presión de separación de fases en la proximidad de la temperatura crítica, y se utiliza una compresión del vapor de agua caliente purificado hasta una presión un poco más elevada para producir un aumento del calor específico y de la temperatura de dicho vapor, suministrándose al sistema, si es preciso, una pequeña cantidad de calor obtenido por combustión como calor de compensación de las pérdidas térmicas a través de las paredes de la instalación. - - - - -

795. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, por lo menos en uno de los ciclos de intercambio térmico, se utiliza mercurio. - - - - -

800. 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, como medio de intercambio térmico, se utiliza un miembro del grupo integrado por aire comprimido, nitrógeno y análogo, utilizado en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica. - - - - -

805. 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, en un intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica del agua, se utiliza aire, nitrógeno o análogo, como medio de intercambio térmico, y en el intervalo comprendido entre una temperatura un poco por debajo y una temperatura un poco por encima de la



82, 88

810. temperatura crítica del agua, se utiliza parafina o análogo, como medio de intercambio térmico. - - - - -

7.- Procedimiento para desalinización de agua salina y recuperación de sus sales, realizado por separación de fases en la proximidad del punto crítico del agua, caracterizado porque se utilizar por lo menos dos flúidos no miscibles con el agua salina y químicamente inertes respecto a la misma, a fin de efectuar un intercambio térmico a contracorriente entre el agua salina fría entrante y el vapor de agua caliente producido y la salmuera salina caliente, haciéndose aumentar el calor específico y la temperatura del vapor de agua separado caliente por compresión desde la presión de separación de fases hasta una presión un poco más elevada, el flúido no miscible que se utiliza en el intervalo de temperaturas comprendido entre un poco por debajo y un poco por encima de la temperatura crítica del agua encontrándose en estado líquido y el flúido no miscible que se utiliza en el intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica del agua encontrándose en estado gaseoso, siendo la capacidad calorífica de las corrientes de flúido no miscible igual a la capacidad calorífica de las corrientes de agua que circulan en contacto directo y con intercambio térmico a contracorriente, en el amplio intervalo de temperaturas del procedimiento de unos 400°C, todo ello operando con dos o más ciclos de cantidades determinadas de medio flúido de intercambio térmico que tiene una capacidad calorífica igual a la capacidad calorífica de las corrientes de agua, en dos o más intervalos de tempe-



29138

840. ratura respectivamente comprendidos entre la temperatura más baja y la temperatura más alta del procedimiento, el ciclo del medio gaseoso de intercambio térmico, tal como aire comprimido, nitrógeno y análogo, constituyendo un sistema termodinámico con las dos presiones del ciclo del agua y un amplio intervalo de temperaturas comprendido entre la temperatura ambiente y una temperatura un poco por debajo de la temperatura crítica del agua, que es utilizado como sistema generador de fuerza motriz, convirtiendo una parte del calor obtenido por combustión suministrado al sistema de desalinización en trabajo necesario para accionar los aparatos mecánicos utilizados dentro del procedimiento. - - - - -

845.

850.

855. 8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque las sales contenidas en la salmuera salina caliente son recuperadas por pulverización de esta última en el seno de una corriente de gas comprimido caliente utilizada dentro del procedimiento como medio de intercambio térmico. - - - - -

860. 9.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la fase líquida salina es separada en una fase consistente en cristales de sal y en una solución salina saturada, realizándose esta separación haciendo aumentar la temperatura de separación de fases por encima de la temperatura de saturación de la fase líquida salina. -

865. 10.- Instalación para purificación de agua salina por el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones

82798



P

870. ciones precedentes, caracterizada porque comprende medios para efectuar un intercambio térmico entre el agua salina fría que entra y el vapor de agua caliente purificado y la salmuera salina caliente que salen, mediante flúidos inertes intercambiadores, según se ha definido. - - - - -

875. 11.- Instalación según la reivindicación 10, caracterizada porque los aparatos intercambiadores de calor son aparatos intercambiadores de tipo vertical, apropiados para resistir el ataque de los líquidos salinos y de los medios de intercambio térmico bajo las condiciones de presiones y temperaturas de intercambio térmico propias del procedimiento. - - - - -

880. 12.- Instalación según la reivindicación 11, caracterizada porque comprende un recipiente horizontal o inclinado para la separación de las dos fases obtenidas en la proximidad de la temperatura crítica, a saber : el agua purificada, que comprende el volumen principal, y salmuera salina concentrada, que comprende una porción menor. - - - - -

885. 13.- "PROCEDIMIENTO PARA DESALINIZACION DE AGUA SALINA Y RECUPERACION DE SUS SALAS, CON SU INSTALACION CORRESPONDIENTE". - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de treinta y cinco hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y de



782798

890.

una lámina de dibujos que la ilustra.

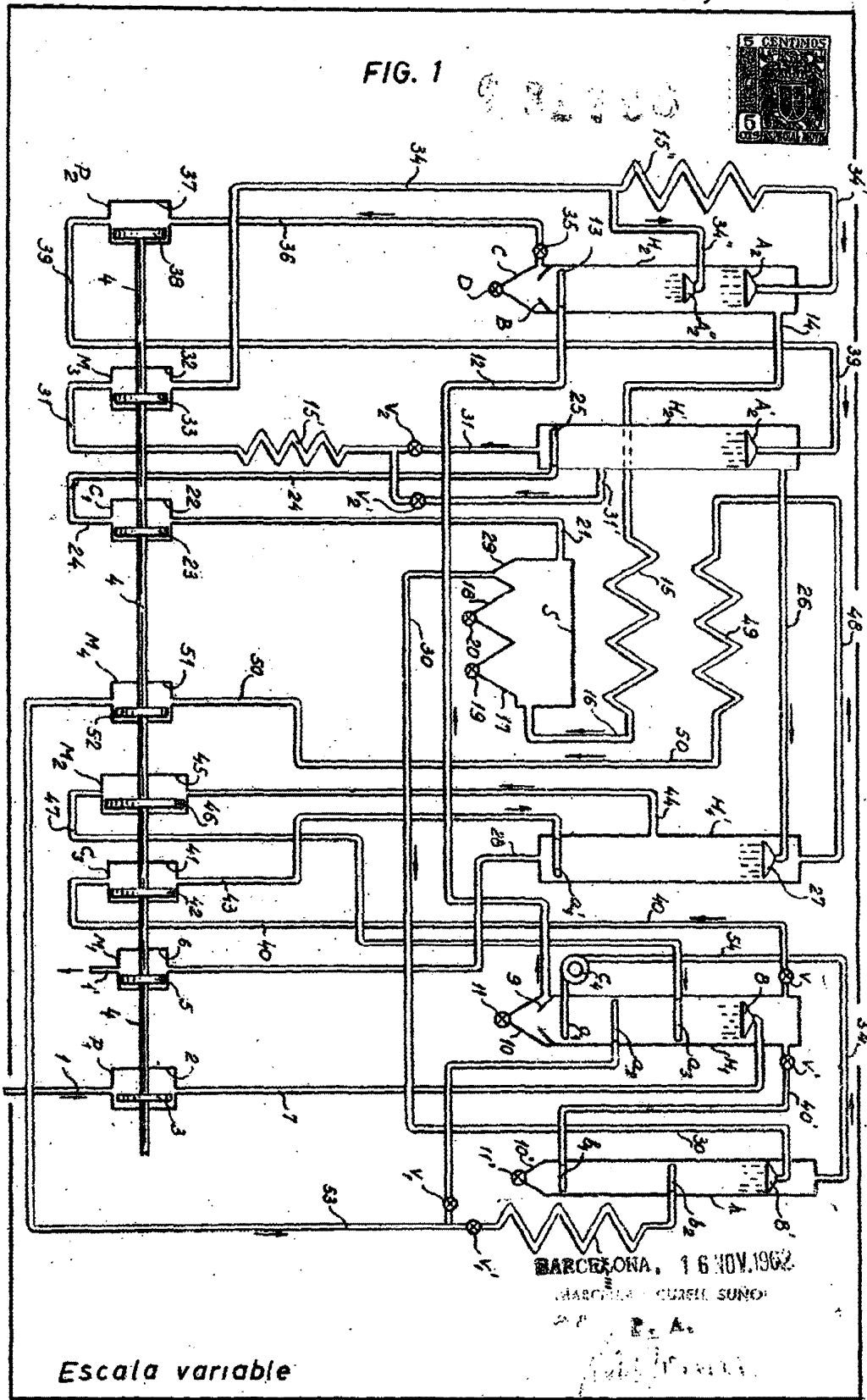
BARCELONA, 16 NOV. 1962

E. A.

MARCELO CURELL SUÑOL

P. *Marcelo*

FIG. 1



Escala variable

BARCELONA, 16 NOV. 1962  
MARCIA CURIEL SORDO  
S. P. A.