

1/9751

P.- 44.518

pd. Case X.5+X.6



Memoria descriptiva

para solicitar **PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA** por 20 años

a nombre de **MONTECATINI EDISON S.p.A.**

entidad / de nacionalidad **italiana**

con domicilio en **31 Foro Buonaparte, Milán, Italia**

por: **"METODO PARA EL INTERCAMBIO DE CALOR EN FASE VAPOR
ENTRE LIQUIDOS"**

(Clase Internacional F28d)



20.4.70.

**POOR
QUALITY**



El presente invento concierne a aparatos de transferencia de calor que trabajan en contracorriente entre dos columnas de líquido por medio de evaporaciones y condensaciones sucesivas desde una columna a la otra.

5 La ventaja de este aparato es la de lograr la transferencia de calor con un pequeño consumo de energía y sin utilizar superficies de intercambio.

Por medio de adaptaciones apropiadas y equipos auxiliares, el aparato objeto de este invento puede ser útil en diversos casos de interés práctico, entre los cuales, solo a título de ejemplos, se pueden citar los casos en que se desea someter a un cierto fluido a un desplazamiento térmico; a este respecto se puede citar adicionalmente, siempre como ejemplo no limitativo, la acción germicida de temperatura para hacer potables a aguas contaminadas.

Además, el aparato objeto de este invento puede encontrar una aplicación útil en procedimientos de desalinización de agua. En efecto, con este aparato las aguas salinas pueden ser tratadas térmicamente de forma previa, de modo conveniente, con el fin de llevar a cabo la precipitación de las sales contenidas en ellas, que son hechas insolubles por el efecto de la temperatura, sin que posteriormente aparezcan las deposiciones perjudiciales que son bastante inevitables en los intercambiadores térmicos conocidos con superficies de intercambio.

En efecto, de este modo, las sales insolubles son eliminadas con facilidad desde el aparato, objeto de este invento, en la forma de una suspensión, y el agua así purificada es transportada a la instalación de desaliniza

30
20.4.70.



ción para ulterior tratamiento.

También es un objeto de este invento el método de intercambio de calor en contracorriente entre dos corrientes líquidas por medio del aparato de este invento, en que el intercambio de calor se realiza después de evaporaciones sucesivas en una corriente líquida con una transferencia automática, debida al efecto de la diferencia de presión, del vapor obtenido en cada evaporación desde una corriente líquida a la otra corriente líquida que se encuentra bajo caldeo, en que dicho vapor se condensa por contacto directo con dicha corriente líquida.

Así, un objeto de este invento es el de crear un aparato simple y fácilmente aplicable para el intercambio de calor entre dos corrientes líquidas sin superficies de intercambio.

Un objeto adicional de este invento es el de crear un aparato que solo requerirá un modesto consumo de energía para la transferencia del calor en fase vapor desde el líquido que es enfriado al que es calentado.

Todavía otro objeto de este invento es el de crear un intercambiador de calor que no tendrá las desventajas tan bien conocidas para los técnicos en la materia y que son debidas a las deposiciones y similares, tal como ocurre con los intercambiadores conocidos del tipo de haz tubular.

Estos objetos y todavía otros que resultarán más evidentes para un técnico en la materia por la descripción detallada que sigue, se logran de manera conveniente con un aparato para la transferencia de calor en fase vapor entre líquidos, el cual, de acuerdo con el invento.

20.4.70.



5 vento, consiste en dos columnas líquidas que circulan en
 contracorriente, en una de las cuales columnas el líquido
 es sometido a varias evaporaciones sucesivas debido al
 efecto de la disminución de presión hidrostática a las di-
 ferentes alturas geométricas, y en medios para transportar
 el vapor generado en cada evaporación a la otra columna,
 en la que se condensa.

10 Este invento será descrito ahora con más deta-
 lle haciendo referencia a los dibujos anejos que están da-
 dos para fines puramente ilustrativos, y en los cuales:

 La figura 1 muestra esquemáticamente, en una
 sección longitudinal una forma de realización del aparato
 objeto de este invento.

15 La figura 2 representa una sección a lo largo
 del eje 2-2 de la figura 1.

 La figura 3 muestra un dibujo explicativo que
 se refiere al Ejemplo 1, el cual para fines puramente ilus-
 trativos será dado más adelante.

20 La figura 4 representa en una forma esquemáti-
 ca una variante de la ejecución de las placas en la colum-
 na evaporadora;

25 La figura 5 representa, siempre en una forma
 esquemática, una variante de la realización del aparato,
 en que las dos columnas están constituidas por dos tube-
 rias concéntricas;

 La figura 6 representa esquemáticamente el
 diagrama de una instalación de evaporación súbita para la
 desalinización de agua salina, en la cual instalación es-
 tá montado el aparato del invento y,

30 La figura 7 representa, siempre esquemática-
20.4.70.



mente, el diagrama de una instalación de evaporación súbi-
ta para la desalinización de agua salina, en que están
montados apropiadamente más de un aparato de acuerdo con
este invento.

5 En las figuras enumeradas se representa el ca-
so en que el efecto deseado es el de someter a un líquido
a variación térmica con lo que el mismo líquido calentado
en una columna es transferido a continuación a la otra co-
lumna, en la cual es enfriado.

10 En el caso en que se desea obtener un puro o
simple intercambio de calor, el esquema ha de estar cons-
tituido por una entrada y una salida a baja temperatura
separadas, y por una salida y entrada a alta temperatura
separadas.

15 Además, se debe hacer observar que aunque se
indique más adelante en los ejemplos que el líquido que
circula en las dos columnas es el mismo, el aparato de
acuerdo con este invento puede ser utilizado con facili-
dad, después de modificaciones apropiadas bastante eviden-
tes para los técnicos en la materia, para hacer circular
20 por las dos columnas líquidos de naturaleza diferente.

 Con referencia a las figuras 1 y 2, el apar-
to de acuerdo con el invento consiste en una tubería 1,
dispuesta de manera sustancialmente vertical, que tiene
25 los extremos superiores 2 y 3 doblados en direcciones
opuestas. Los dos extremos terminan con dos porciones 4 y
5 que están conectadas por un cierre hermético hidráulico
con los dos recipientes 6 y 7 cuyas superficies líquidas
libres muestran una diferencia de altura indicada por
30 "H". El recipiente 6 representa el lado de entrada del

30
20.4.70.

30 ABR 1970

5 aparato para el líquido que ha de ser tratado, mientras que el recipiente 7 representa la salida del líquido; la superficie líquida libre del recipiente 6 está a un nivel más alto con respecto a la de la salida 7, con lo cual, una vez ha sido puesto en funcionamiento el sistema, la circulación del líquido en el aparato prosigue de forma natural.

10 La diferencia de nivel "H" varía según los casos, particularmente dependiendo de la densidad del líquido que debe circular en el aparato, y de su velocidad.

15 En la parte superior, la tubería 1 está conectada mediante las dos porciones 2 y 3 con un extractor con aire o eyector que, además de efectuar la puesta en marcha antedicha, ayuda a la circulación del líquido y permite extraer desde el líquido las sustancias no condensadas o incondensables (por ejemplo aire). Produciendo mediante el eyector de aire 8 una depresión apropiada en la parte superior de las porciones 2 y 3, un flujo líquido circulará de forma natural a través de la tubería 1.

20 La tubería 1, de sección transversal circular, está subdividida longitudinalmente, por la pared 9 en dos secciones 10 y 11, formando estas dos últimas las dos columnas en las que a diferentes niveles tienen lugar respectivamente las condensaciones y evaporaciones sucesivas que producen el intercambio térmico; las dos columnas 10 y 11 están comunicadas entre ellas a través del orificio 12, previsto en la parte inferior de la pared 9, que permite que el líquido circule desde la columna 10 a la columna 11, y a través de los orificios 13, dispuestos a alturas diferentes en la pared 9, que permiten, tal como

30
20.4.70.



se observará a continuación, el paso del vapor generado en la columna 11 a la columna 10, en la que se condensa.

5 En cada sección de tubería 1 habrá una presión que, en una primera aproximación, dependerá de la altura correspondiente. Así, el líquido al pasar a través de la tubería experimentará una variación de presión entre dos valores previamente establecidos. En el ramal de entrada 4 hay una fase de reducción de presión en la que se desprenderá aire que será transportado hacia las zonas superiores del conducto 2 y desde las cuales será extraído por el eyector 8.

10 En el nivel inferior de la tubería 1 está dispuesto un manantial de calor 14 que suministrará el calor en una cantidad suficiente para llevar al líquido presente en esta zona hasta una temperatura ligeramente por debajo de la del punto de ebullición correspondiente a la presión en este punto. De esta manera, tan pronto como el líquido comienza a ascender en la columna 11 comenzará a evaporarse debido al efecto de la presión reducida.

15 En adelante, se llamará columna de condensación a la parte del circuito 10 que va desde el extremo del ramal de entrada barométrico 2 hasta el punto inferior 12 del sistema. Y se denominará columna de evaporación al ramal 11 del circuito que va desde el punto 12 antedicho hasta el comienzo del ramal de salida barométrico 3.

20 Dentro de las columnas de condensación y evaporación (respectivamente 10 y 11) están previstos deflectores, una forma de realización de los cuales está reproducida esquemáticamente en la figura 1 y está indicada respectivamente por las referencias 15 y 16, que entre

30
20.4.70.



5 otras cosas tienen la función, al mismo tiempo de cooperar con las placas 17, función principal que se explicará posteriormente, de hacer sinuosa a la trayectoria del líquido en las dos columnas 10 y 11, tal como se indica en las figura 1 por las flechas.

10 Tal como se puede ver en la figura 2, que representa una sección transversal de acuerdo con 2-2 de la figura 11, los deflectores 15 y 16 y las placas 17, en el caso en que la tubería 1 es de sección transversal circular, tienen la forma de segmentos circulares y están montados dentro de la tubería 1 por medios y métodos de por sí conocidos. Las placas 17 y los deflectores 15 y 16 están dispuestas en la columna con una inclinación con relación a la normal respectivamente de ángulos α , β y γ ,
15 que pueden ser también diferentes entre ellos, contrariamente a lo que se indica en la figura 1.

20 Para la función que dichas placas y deflectores están llamados a ejercer, que se observará más tarde, el ángulo de inclinación α de las placas 17 debe ser menor de 90° mientras que los ángulos de inclinación β y γ son preferiblemente menores de 90°.

25 En la figura 1 se observarán además las siguientes referencias: 18 indica los orificios de respiración previstos en los deflectores 15; 19 indica el nivel de separación de líquido y vapor; las flechas de puntos 20 indican la trayectoria del vapor, mientras que las flechas lineales 21 indican la trayectoria del líquido; 14 indica el caldeo; 22 indica el posible dispositivo para la descarga de las sales insolubles que precipitan en el fondo de la tubería 1.

30
20.4.70.



Desde luego, no hace falta decir que también entran dentro del alcance del invento las posibles variantes de realización de los deflectores y placas, estando incluido el caso más general en que la ejecución de los deflectores y placas de la columna de condensación es diferente de la de los deflectores y placas de la columna de evaporación. Tal como se indica anteriormente, dichas columnas comunican entre ellas por medio de orificios 13, dispuestos, tal como en el dibujo, debajo de las placas 17 y que sirven para asegurar el paso del vapor desde la columna de evaporación, en la que se forma, gradualmente a la columna de condensación, en la que se condensa. Sin embargo, las antedichas columnas pueden estar constituidas, por ejemplo, por los espacios respectivamente circular y anular formados entre dos tuberías concéntricas, tal como se indica de una manera puramente ilustrativa en la figura 5. En efecto, en esta figura la columna de condensación 10 está formada por el espacio anular comprendido entre las dos tuberías concéntricas 28 y 29, mientras que la columna de evaporación 11 está formada por la tubería 29; en esta forma de realización, las placas 17 de la columna de evaporación muestran una forma anular y los deflectores 16 muestran una forma circular. El número de orificios 13 que están debajo de cada placa puede variar dependiendo de las exigencias.

La tubería 1, que forma las dos columnas 10 y 11, en la figura 1, tiene una sección transversal circular, sin embargo, se pueden utilizar otras formas también dependiendo de las exigencias; además, las dos columnas pueden estar formadas por un único tubo doblado en forma

30
20.4.70.



de "U" en que los dos ramales están conectados entre ellos en correspondencia con las placas, mediante tuberías de conexión.

5 También de acuerdo con el invento, el funcionamiento del aparato citado en la figura 1 es el siguiente:

10 - en la columna de condensación 10 la temperatura del líquido es en todos los puntos ligeramente inferior a la del punto de ebullición correspondiente a la presión que corresponde en este punto dependiendo de su altura geométrica; el líquido que pasa a través de esta columna es calentado según pasa debido a la condensación en él de las alimentaciones de vapor que proceden de la columna de evaporación 11;

15 - en la columna de evaporación 11 la temperatura del líquido es en todos los puntos ligeramente superior a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión que corresponde a este punto dependiendo de su altura geométrica; el líquido que circula a través de esta columna es enfriado gradualmente debido a las evaporaciones sucesivas;

20 - a una cierta altura de la columna de evaporación existe una temperatura que es ligeramente superior a la que se encuentra a la misma altura en la columna de condensación; así, como consecuencia de ello, la temperatura del líquido que sale del sistema por la salida 7 es mayor que la temperatura del líquido en la entrada 6, siendo evidentemente la diferencia de contenidos térmicos igual a la cantidad de calor que ha sido alimentado en el sistema en el punto 12 de la entrada del líquido dentro

30
20.4.70.



de la columna de evaporación 11, en el nivel inferior,
por medio del sistema de caldeo 14.

Así, en la entrada por el nivel inferior, el
líquido penetra en la columna de evaporación 11 a una tem-
5 peratura de ebullición incipiente; mientras circula a tra-
vés de esta columna el líquido pierde gradualmente pre-
sión y de esta manera se evapora hasta el grado necesario
para enfriar al líquido propiamente dicho hasta la tempe-
ratura, siempre crecientemente inferior, compatible con
10 la correspondiente presión.

El vapor que se desprende de esta manera a las
diferentes alturas en la columna de evaporación 11, es in-
terceptado por las placas 17 dispuestas en las columnas,
y forma contra éstas una bolsa de vapor; la presión en di-
15 cha bolsa corresponde a la presión que hay a la altura
del nivel de separación 19 del líquido, y por lo tanto es
ta presión es mayor que la que está presente en la colum-
na de condensación 10 a la altura del orificio de comuni-
cación 13, que está situado a una altura mayor que la de
20 dicho nivel 19 (figura 4).

En efecto, en la figura 4, en la que se repre-
sentan dos placas sucesivas del aparato de acuerdo con es-
te invento, ΔH representa la diferencia de altura en-
tre el eje 25 del orificio 13 y el nivel de evaporación
25 19; diferencia de nivel que, tal como se indica anterior-
mente, permite el paso del vapor contenido en la zona 26
de la columna de evaporación a la columna izquierda de
condensación 10. Además, en la figura 4 se representa una
variante, que entra dentro del alcance de este invento,
de la ejecución de las placas 17; en efecto, en esta fi-
30 20.4.70.



gura, mientras que en la columna de condensación las placas 17' tienen la forma mostrada en la figura 1 con un ángulo de inclinación α , con respecto a la normal, inferior a 90º, en la columna de evaporación 11, las placas 17 están inclinadas en 90º con respecto a la normal, estando provistas, sin embargo, en este caso, con un reborde 27, en escuadra hacia abajo con respecto a la dirección ascendente del fluido en la columna de evaporación, que permite la formación de la bolsa de vapor en la zona 26 por debajo de la placa 17.

Las placas 17 de la columna de evaporación pueden estar inclinadas con respecto a la normal un ángulo incluso mayor de 90º, con la condición de que estén provistas con un reborde en escuadra hacia abajo 27. Así, para la formación de la bolsa de vapor, es aconsejable que las placas 17 formen sustancialmente una concavidad con respecto a la normal. Así, el vapor así formado y que se acumula en la bolsa, pasa a la columna de condensación.

El dimensionamiento y el diseño de las placas de la columna de evaporación así como de los orificios de comunicación deben ser tales que aseguren que la superficie de separación de líquido y vapor no alcance el reborde inferior 23 de la placa 17, ya que en el caso contrario habría un paso de vapor a la siguiente etapa con una disminución de la eficacia del sistema. El vapor, que se ha formado por el contrario en correspondencia con la sección de comunicación del líquido, será evacuado a la siguiente etapa.

Las cantidades de vapor así transferidas desde la columna de evaporación a la columna de condensación

30
20.4.70.



se encuentran en contracorriente con un líquido cada vez más frío, y por lo tanto serán condensadas más pronto o más tarde.

5 Las placas de la columna de condensación y sus diseños y dimensiones deben ser tales que aseguren que tengan lugar estas condensaciones antes de que el vapor alcance el reborde superior 24 de la placa 17, ya que en el caso contrario el vapor pasaría a la siguiente etapa, dando lugar a una disminución de la eficacia del sistema.

10 Los deflectores 15 y 16 tienen la función de prolongar la trayectoria del líquido en las dos columnas, favoreciendo de esta manera los fenómenos de evaporación y condensación, además de actuar también como deflectores que obstaculizan (deflectores 16) el paso del vapor a la etapa sucesiva transportándolo preferiblemente por debajo de las

15 placas 17, y reúnen (deflectores 15) el vapor posiblemente no condensado y el aire transportándolos hacia la etapa sucesiva a través de orificios 18.

Desde luego, no se trata de explicar aquí con

20 detalle la teoría que gobierna cuantitativamente estos fenómenos; sin embargo, puede ser bastante útil citar algunas conclusiones a las que conduce dicha teoría:

a) El consumo específico de calor requerido por el sistema para empujar al líquido a pasar a través

25 de la variación térmica deseada, está dado por el producto del caudal que pasa a través del sistema por el calor específico del líquido multiplicado por la diferencia de temperaturas que existe entre dos placas sucesivas 17 en la zona superior del sistema propiamente dicho (es decir, a una presión inferior). Esta diferencia de temperaturas

30
20.4.70.



depende de la distancia entre estas placas. Esta cantidad es reducible a desseo reduciendo la distancia entre las diversas placas, siendo esto compatible con consideraciones tecnológicas evidentes.

5

En la práctica, el consumo de calor antes citado habrá de ser multiplicado por un número comprendido entre 1 y 2, dependiendo de las dimensiones del equipo;

10

b) Una vez se han fijado ciertas dimensiones del sistema y una cierta distancia entre las placas de la zona de baja presión, también quedará fijado con ello el consumo específico. En este caso, la economía o ahorro máximo del número de placas que se han de utilizar se logrará cuando la distancia entre las placas sea variable y aumente gradualmente hacia el fondo de la columna.

15

Se tendrá el número mínimo de placas cuando éstas estén dispuestas de tal manera que la diferencia de temperaturas del líquido entre la temperatura a la altura de una placa y la temperatura a la altura de la placa sucesiva sea constante, y por lo tanto también cuando en cada etapa, entre dos placas sucesivas, se elabore la misma cantidad de vapor de agua;

20

25

c) El rendimiento de la instalación, considerado como una relación entre el calor consumido y el calor intercambiado, es en general bastante bueno, y aumenta, permaneciendo iguales todas las otras circunstancias (sobre todo la distancia mínima antes citada entre las placas):

- con el aumento de la diferencia entre las temperaturas extremas del sistema, es decir, con la altura de las columnas;

30
20.4.70.



- con la disminución de la proporción para un cierto líquido entre calor específico y calor de evaporación;
- con el aumento de la temperatura de entrada;
- con la disminución de la volatilidad del líquido y con la disminución de su densidad;

5

d) Con el fin de obtener un buen rendimiento es importante tener un cuidado particular en el diseño de las placas en la zona de baja presión, especialmente cuando la temperatura de entrada es baja;

10

e) el sistema propiamente dicho desarrolla una fuerza impulsora del fluido que sirve para hacer circular el agua dentro de él;

15

f) el circuito es auto-estabilizador con respecto a cualquier fenómeno perturbador; esta estabilidad puede ser aumentada por válvulas de regulación apropiadas en la entrada de la columna de condensación o en la salida de la columna de evaporación.

20

Los ensayos realizados sobre un prototipo del aparato antes descrito han confirmado las previsiones de la teoría y han dado útiles indicaciones de carácter práctico.

25

En efecto, se ha encontrado las placas de la columna de condensación trabajan bien cuando están diseñadas tal como se indica en el esquema de la figura 1, incluso con solamente una moderada inclinación con respecto a la horizontal. Se obtuvo una cierta ventaja redondeando los rebordes externos 24 y 23 de las placas, respectivamente hacia arriba y hacia abajo.

30

20.4.70.

En lo que concierne a las placas de la columna de evaporación, un diseño que ha dado buenos resultados



es el de la figura 4. Parece que una proporción de 0,4 en
tre la sección transversal del paso A del líquido dentro
de la columna de evaporación y la sección transversal to-
tal B del último es una proporción bastante conveniente.

5 También parece conveniente dimensionar la ing
talación de tal manera que asegure que la velocidad de
circulación del agua entre las secciones más estrechas A
de la columna de evaporación no pase de 0,25 m por segun-
do. Así, en la instalación en que se efectuó el ensayo,
10 en que las columnas tenían un diámetro de 270 mm, el cau-
dal máximo admisible, por las razones antes explicadas,
no debía pasar de 20 m³ por hora.

Se ha observado que también es importante pa-
ra la estabilización del sistema, especialmente durante
15 la puesta en marcha y la parada, el desarrollo del rebor-
de 27 mostrado en la figura 4.

La definición de este reborde permite la reso-
lución del problema de encontrar la solución óptima que
ha de ser elaborada en la etapa de diseño en cada caso.

20 Se ha observado también que en la columna de
condensación es útil tener una cierta turbulencia, que
implica la aceptación de una pérdida de carga que oscila
entre 40 y 50 cm de agua, obteniéndose esta turbulencia
por medio de los deflectores 15. Con el fin de hacer nu-
25 las las diversas disminuciones de carga, se mostró ser
conveniente introducir una bomba de baja altura de eleva-
ción en la base de las columnas, en que el agua de la co-
lumna de condensación pasa a la columna de evaporación.

30 Precisamente para evidenciar adicionalmente
las ventajas del aparato del invento, se da un ejemplo nu
20.4.70.



mérico en lo que sigue de esta solicitud, ejemplo que ha de ser tomado como puramente ilustrativo y no como ejemplo limitativo del invento.

Ejemplo 1.- Para la ejecución de este ejemplo se utilizó un sistema formado por una columna de condensación descendente y una columna de evaporación ascendente, estando conectadas ambas entre ellas en serie (por razones de brevedad denominadas a continuación "evaporador" y "condensador", respectivamente). El líquido que circula es agua. Las dos columnas estaban hechas de un tubo de acero al carbono que tenía un diámetro exterior de 273 mm. Este tubo está doblado en forma de U y la configuración total, desde su punto inferior hasta su punto superior, mide aproximadamente 25 metros. En la parte superior de la columna de condensación está colocado un eyector que mantiene la presión del líquido entrante constantemente igual a 0,13 atmósferas. Las dos columnas tienen una serie de placas que permiten recoger en el evaporador el vapor de agua que se desprende en él, mientras que en el condensador se recoge la condensación local del vapor de agua que procede del evaporador. Para el paso del vapor de agua desde el evaporador al condensador, las dos columnas están conectadas una a la otra a lo largo de toda la longitud mediante una serie de pasos, uno por cada placa. Estando asegurado el paso del vapor de agua por la diferencia de presión ΔH (figura 4) de aproximadamente 25 mm de H_2O dada por la diferencia de nivel en el evaporador entre la superficie de evaporación de la fase líquida por debajo de la placa colectora y el eje de la correspondiente tubería de conexión.

30
20.4.70.



Por este sistema, el agua que desciende en el condensador es mantenida prácticamente saturada aumentando su temperatura propia desde 50,67°C hasta 125,93°C a expensas del vapor de agua extraído del evaporador, en que el agua ascendente pasa desde 126,79°C en la parte inferior hasta 51,68°C en la parte superior. Con el fin de asegurar que el ciclo sea continuo, es necesario aumentar la temperatura del agua que sale del condensador (125,93°C) hasta la temperatura del agua que penetra en el evaporador (126,79°C). La cantidad de calor necesario para ello es suministrada en la parte inferior del aparato por medio de inyecciones de vapor de agua saturado a 3 atmósferas.

La cantidad mínima de calor a alimentar es

19

$$P = Q_n(t_{ne} - t_{no})$$

en que Q_n es el caudal que sale del condensador y que penetra en el evaporador, expresados en kg/hora; t_{ne} es la temperatura en la parte inferior del evaporador, en °C; t_{no} es la temperatura en la parte inferior del condensador, en °C.

20

De esto se desprende, (teniendo en cuenta los datos de la tabla citada a continuación), que:

25

$$P = 46880 (126,79 - 125,93) = 40317 \text{ kcal/hora}$$

El vapor de agua saturado a 3 atmósferas calienta al líquido desde 125,93°C hasta 126,79°C, cediendo por lo tanto,

30

$$650,3 - 127,2 = 523,1 \text{ kcal/kg.}$$

20.4.70.



La cantidad mínima de vapor de agua que se debe inyectar en la parte inferior del aparato asciende por lo tanto a

$$5 \quad \frac{40317}{523,1} = 77,07 \text{ kg/hora}$$

Las columnas de este ejemplo han sido representadas esquemáticamente en la figura 3 de los dibujos anejos.

10 En la siguiente tabla están indicados los correspondientes datos numéricos (confirmados aproximadamente por el ensayo, y que en caso contrario resultarían teóricamente en la ausencia de pérdidas de carga) (velocidad de fluido: $v = 0,25$ m por segundo); en que p es la presión, sin tener en cuenta las pérdidas de carga debidas a la circulación del agua; t_1 es la temperatura, cuando se mide en correspondencia con la superficie de evaporación de agua (nivel 19); t_2 es la temperatura cuando se mide en correspondencia con el líquido situado inmediatamente
15 debajo de la superficie de evaporación; h es la distancia entre placas supuesta, en la planificación o diseño, en las diversas zonas de las columnas; Q es el caudal.

20 Los índices de estos símbolos se refieren a los niveles genéricos de las zonas o, l, i, j, k y n indicadas en el esquema de la figura 3.
25

20.4.70.

TABLA



	Columna de condensación	Columna de evaporación
P_0 ata	0,13	
t_0 °C	50,67	
Q_0 kg/h	40.000	
h_0 cm	5	
P_1 ata	0,137	0,137
$t_{1,1}$ °C	51,43	51,68
$t_{2,1}$ °C	51,43	52,14
Q_1 kg/h	40.054	40.054
h_1 cm	5,2	5,2
P_i ata	0,735	0,735
$t_{1,i}$ °C	90,6	90,7
$t_{2,i}$ °C	90,6	91,53
Q_i kg/h	43.000	43.000
h_i cm	21,6	21,6
P_j ata	1,33	1,33
$t_{1,j}$ °C	107,1	107,1
$t_{2,j}$ °C	107,1	107,99
Q_j kg/h	45.160	45.160
h_j cm	36,5	36,5
P_k ata	1,92	1,92
$t_{1,k}$ °C	118,3	118,35
$t_{2,k}$ °C	118,3	119,17
Q_k kg/h	46.120	46.120
h_k cm	49,8	49,8
P_n ata	2,50	2,50
$t_{1,n}$ °C	125,93	125,93
$t_{2,n}$ °C	125,93	126,79
Q_n kg/h	46.880	46.880
h_n cm	60,8	60,8

20.4.70.



ciones sobre las superficies de intercambio de calor de la instalación.

5 En el caso en que el agua salina en tratamiento, antes de ser alimentada a una instalación de evaporación súbita normal, fuese tratada previamente con el fin de liberarla de las sales antes mencionadas, no aparecerían las desventajas antes mencionadas y sería posible alcanzar mayores temperaturas en la evaporación súbita propiamente dicha. Dicho tratamiento previo puede consistir
10 en un caldeo del agua (efectuado, desde luego, sin superficies de intercambio metálicas, ya que de otra manera tendrían lugar deposiciones sobre ellas), realizada de una manera barata y conveniente por medio del aparato de este invento, el cual aparato no requiere superficies de
15 intercambio. En este caso, es suficiente calentar previamente el agua salina hasta una temperatura mayor o, en el caso límite, igual a aquella que se puede lograr en la instalación de tipo de evaporación súbita propiamente dicha, y en cualquier caso a la temperatura que corresponde
20 a la temperatura de solubilidad mínima de dichas sales.

El agua salina es llevada por lo tanto hasta una temperatura a la que tiene lugar la precipitación de las sales incrustantes en una zona de la instalación (por ejemplo el aparato de la figura 5) en que las sales no
25 pueden dar lugar a deposiciones, y en las que por el contrario se acumularán en forma de una suspensión que puede ser eliminada a continuación de diferentes maneras a través de una descarga en el fondo o, llegado el caso, por medio de la filtración de una corriente de recirculación apropiada; en efecto, en el aparato del presente invento
30

20.4.70.



Tal como se menciona anteriormente, el aparato de este invento puede ser aplicado de forma ventajosa y satisfactoria, en la práctica, en los procedimientos de desalinización de aguas salinas con el fin de someter a
5 dichas aguas a un caldeo que provoca la precipitación de las sales, tales como por ejemplo sulfato de calcio, cuya solubilidad en el agua disminuye con la elevación de la temperatura, con el fin de evitar la deposición de estas sales en la instalación de desalinización en la cual, en
10 el caso contrario, se formarían deposiciones perjudiciales sobre las superficies de intercambio de calor con todas las desventajas consiguientes bien conocidas para el técnico en la materia.

A este respecto, en realidad, es conocido que, por ejemplo, en las instalaciones de desalinización del
15 tipo de evaporación súbita, (flash type) el problema de deposiciones sobre las tuberías de intercambio de calor constituye una desventaja de funcionamiento considerable, una limitación drástica de la duración de la instalación y, en cualquier caso, una limitación que obstaculiza el
20 logro de altas temperaturas de trabajo que, de lo contrario, conducirían a ahorros satisfactorios del funcionamiento de la instalación.

Dichas deposiciones deben ser atribuidas a las sales, en particular al sulfato de calcio, que muestran una solubilidad decreciente con el aumento de la temperatura, con lo cual las soluciones que están infrasaturadas a una baja temperatura resultan sobresaturadas a temperatura superior, con la consiguiente precipitación
25 de estas sales y por lo tanto con la formación de deposi-

30
20.4.70.



es posible prever, en su parte inferior, un recipiente en el cual se alimenta el agua de la columna de condensación y desde la que se retira el agua que penetra en el evaporador y en que tienen lugar los fenómenos antes mencionados de precipitación y extracción de las suspensiones.

Ensayos llevados a cabo con agua marina y con aguas intencionadamente adulteradas y que contienen sulfato de calcio, han confirmado que el caldeo por medio de la inyección de vapor de agua dentro de la masa líquida produce el efecto previsto de reducir sustancialmente la concentración de las sales formadoras de deposiciones, gracias a la precipitación de su fracción sobresaturada.

Se ha observado también que la eficacia de la antedicha purificación se obtiene con la condición de que el agua que ha de ser tratada sea dejada permanecer bajo la temperatura del tratamiento por un cierto tiempo.

Como las deposiciones en una instalación de tipo de evaporación súbita tienen lugar a una cierta temperatura, convencionalmente definida, que se denominará T_1 , el antedicho aparato para el tratamiento previo del agua puede ser montado, por ejemplo, de acuerdo con el esquema de la figura 6. En este esquema, la instalación de tipo de evaporación súbita está subdividida en dos secciones, una de ellas a una temperatura menor que T_1 , en la que no se requiere efecto de purificación, y la otra a una temperatura superior bajo la que se trabaja con un agua previamente tratada. La carga, la expulsión de las salmueras y su sustitución en dicha sección de la instalación, se efectúan mediante otra batería de evaporación

30
20.4.70.



súbita utilizando el recurso de interponer, entre la sección de alimentación a baja temperatura y la sección a alta temperatura adoptadas, un aparato 30 de acuerdo con este invento.

5 En el esquema de la figura 6 (así como en el de la figura 7) hay dos secciones de evaporación súbita a baja temperatura y una sección de evaporación súbita a alta temperatura.

10 La velocidad de alimentación y de carga para la sección a alta temperatura es precisamente con la que se hace pasar a través del aparato 30. Con el fin de vigilar el comportamiento de las presiones en las diversas posiciones de los circuitos, es necesario tener en cuenta la disposición altimétrica de la instalación, en que la base de las columnas del aparato se supone que está a una altura igual (o ligeramente mayor) que la de las secciones de evaporación súbita, y por lo tanto que su parte superior está a una altura correspondientemente superior.

15 Téngase en cuenta que con dicha instalación, las calorías cedidas al aparato se han de encontrar en el agua de descarga del mismo, con lo que estas calorías se pierden en realidad para la sección de la instalación a alta temperatura (que por otro lado, por definición, no podrían ser previstas sin el aparato), pero se recuperan completamente para los fines de la sección de evaporación súbita a baja temperatura que sería la única parte de instalación que se podría disponer en la ausencia del aparato.

20 En consecuencia de ello, la incorporación del presente aparato no perturba ni lastra la economía de una
30
20.4.70.



hipotética instalación de evaporación súbita prevista con las presentes limitaciones de temperatura, sino que permitirá, con el mismo consumo de calor total, alcanzar una producción suplementaria de agua potable (dulce) en la sección de instalación a la temperatura superior, temperatura superior que hace posible proponer dicho aparato.

Se deberá hacer observar que con el fin de permitir alcanzar altas temperaturas en la instalación de evaporación súbita, se deben alcanzar temperaturas similares en la base de las columnas del aparato.

A dichas temperaturas corresponden altas presiones y por lo tanto grandes alturas de las columnas propiamente dichas, un hecho que puede significar una cierta dificultad tecnológica.

En el caso en que, por ejemplo, T_1 fuese fijada en 100°C y se quisiera tener una máxima temperatura de trabajo de 180°C, a la que corresponde una presión de 10,2 atmósferas, la altura requerida correspondiente de las columnas puede llegar a aproximadamente 90 metros.

El problema de esta excesiva altura puede ser resuelto adoptando el esquema de la figura 7 en que dicha altura, solo como ejemplo, ha sido subdividida en dos unidades 30' y 30".

Nada impide, extrapolando el concepto inherente a este esquema, prever un mayor número de tales columnas. Así, por ejemplo, en el caso antes considerado sería posible subdividir la altura total necesaria de 90 metros en cuatro aparatos, cada uno con una altura de 22,5 m, de los cuales solo en la última columna se alcanzarían las presiones máximas.

30
20.4.70.



Mediante esta disposición, la construcción y el ajuste de las columnas resultarían sustancialmente mucho más simples y mucho más baratas.

5 A continuación se da una descripción más detallada de los esquemas de las figuras 6 y 7, dada para fines puramente ilustrativos, con el fin de evidenciar más claramente la aplicación del aparato de este invento a una instalación de tipo de evaporación súbita para la desalinización de agua marina.

10 - con referencia a la figura 6, "a" representa la entrada en la instalación del agua marina que ha de ser tratada; "b" representa la descarga de la salmuera (agua con una alta concentración de sales); "c" representa la descarga del agua desalinizada; "d" representa la
15 descarga de las sales (tales como por ejemplo CaSO_4) hechas insolubles por el efecto del tratamiento térmico efectuado con el aparato 30 de este invento; "31" es un intercambiador de calor convencional que suministra el calor necesario para la instalación por medio de vapor 32.

20 La instalación consiste en una batería de evaporación súbita a baja temperatura entre T_0 y T_1 que se denominará "A", y que está constituida por un sistema de serpentines tubulares 32, calentado por el vapor de agua que se evapora súbitamente respectivamente por las correspondientes conducciones de reducción de presión de salmuera 33, y por el condensado 34. La salmuera es recirculada
25 parcialmente por medio de una bomba 35, mientras que una fracción de ella, "b", es descargada directamente al mar, y se recupera el condensado "c". La carga de la batería
30 "A" se lleva a cabo impulsando agua desde el mar y trans-

20.4.70.



portándola con una bomba dentro de los serpentines 32 de la batería de evaporación súbita "A".

5 Esta batería "A" recibe el calor en su parte superior procedente de la última etapa de la batería de evaporación súbita señalada por B", que trabaja entre las temperaturas T_1 y T_2 , la cual batería de evaporación súbita recibe a su vez el calor de un mantantial externo 31.

10 El caudal líquido $x-k+i$, que circula en los serpentines 32 de la batería de evaporación súbita "A", (en que "i" es el caudal que se condensa en la batería 41 de la batería de evaporación súbita B) es bombeado, en lo que concierne a su fracción "i", a la batería de serpentines 36 de la batería B y, en lo que concierne a su 15 fracción $x-k$, a la batería de salmuera de la batería "A". El caudal que circula en los serpentines 36 de la batería B, es de $x + i$.

20 Está prevista una tercera batería de evaporación súbita, que se denominará "C", que es similar a las precedentes (con la función de llenar la batería "B" precedente) en que un caudal "k" de agua marina es alimentado en su sistema de serpentines 37, con una presión tal que, en su salida, el caudal líquido puede ser llevado a la altura de la parte superior del aparato 30 y puede ser 25 introducido en la correspondiente columna de condensación. Este caudal se calienta cuando desciende hacia la parte inferior, tal como se describe anteriormente, hasta que alcanza una temperatura suficiente para producir el efecto de purificación necesario, para admitir subsiguientemente su compatibilidad en la batería de evaporación sú-

30
20.4.70.

30 ABR 1970

bita "B" a alta temperatura. En la práctica el caudal "k" es llevado a la base del aparato 30 a una temperatura ligeramente mayor que T_f .

5 Este agua, después de haber sido sometida en la columna de condensación a la purificación antes descrita, después de calentar desde el exterior con vapor de agua 32, pasa a la columna de evaporación, y después de salir de la última es llevada a los serpentines 36 de la batería de evaporación súbita "B".

10 Este caudal "k" es añadido al caudal $x-k+i$ que procede de la batería de salmuera 39 de la batería B y es introducido en los correspondientes serpentines por la bomba 38, dando lugar de esta manera a un caudal total $x+i$.

15 Este caudal es calentado hasta la temperatura T_f y es introducido después en la correspondiente batería de salmuera. Desde esta batería de salmuera, en un punto en que la temperatura es apropiada, se retira un caudal k que es alimentado a la batería de salmuera 40 de la batería de evaporación súbita "C". El agua que procede de
20 esta última batería es descargada directamente al mar sin ninguna recirculación.

Con referencia a la figura 7, en que los mismos índices tienen los mismos significados que en la figura 6, la instalación consiste en cuatro baterías de eva
25 poración súbita A, B, B' y C, similarmente al esquema de la figura 6. Sin embargo, en este esquema la altura del aparato 30 de la figura 6 ha sido subdividida en dos elementos 30' y 30".

30
20.4.70.

En la batería "A", similarmente al esquema de



la figura 6, hay en los serpentines 32 un caudal $x - k + i$ (siendo i el caudal de la batería de condensación 41 de la batería de evaporación súbita "B"), con las mismas recirculaciones, cargas y alimentaciones de calor desde la batería "B", descritas en conexión con este esquema en la figura 6.

En los serpentines 36 de la batería "B" circula el caudal $x + i$ que acto seguido es alimentado con la fracción $x - k - \alpha k + i$ (siendo αk la fracción de agua con que ha sido enriquecido el caudal k en el aparato 30', tal como se explicará a continuación) dentro de serpentines 36' de la batería "B", por medio de la bomba 38', y con la fracción $k + \alpha k$ dentro de la columna de evaporación de 30'.

Habiendo pasado a través de esta columna, este último caudal que entretanto se ha hecho k , es alimentado a los serpentines 36 de la batería "B", a través de la bomba 38, juntamente con el caudal $x - k + i$ que procede de la batería de salmuera 39 de la batería de evaporación súbita B, y (con la fracción i) que procede de los serpentines 32 de la batería "A".

La batería de salmuera 39 de la batería "B" (que es una continuación de la batería de salmuera 39' de la batería de evaporación súbita "B'") es alimentada con un caudal $x + i$ que procede de los serpentines 36' de la batería de evaporación súbita B', después de caldeo 31 desde el exterior.

Desde la batería de salmuera 39 de B, en una posición apropiada, se retira el caudal k que alimenta la batería de salmuera 40 de la batería de evaporación súbita



ta "C".

El agua de mar, con un caudal k es bombeada dentro de serpentines 37 de la batería "C", y al salir de ésta es alimentada a la parte superior de la columna de condensación del aparato 30'. Este caudal, al salir por la base del condensador se ha hecho, debido a las correspondientes contribuciones de vapor de agua, $k + ak$, y es bombeado por medio de la bomba 42 a la parte superior del condensador de 30", pasando a través del cual resulta calentado hasta una temperatura mayor que T_f , es purificado de las sales incrustantes, tal como se describe y, después de calentar desde el exterior por medio de vapor de agua 36, es introducido a continuación en los serpentines 36' de la batería B' juntamente con el caudal $x - k - ak + i$ (antes descrito) que procede de la batería B, formando de esta manera el caudal $x + i$.

El caudal $x + i$ resultante circula a través de los serpentines 36' de la sección B', experimenta un caldeo hasta una temperatura T_f y es alimentado a continuación dentro de la batería de salmuera 39' de la batería de evaporación súbita B', que se hará después la batería de salmuera 39 de la batería de evaporación súbita B desde la cual, tal como se dice anteriormente, se retirará el caudal k con el fin de alimentarlo a la batería de salmuera 40 de la batería de evaporación súbita "C".

Las ventajas del aparato de este invento serán bastante evidentes para los técnicos en la materia a partir de la descripción y ejemplos de aplicación precedentes, que se dan en lo que antecede.

30
20.4.70.

Se pueden introducir cambios y variantes sin



caer no obstante fuera del alcance de la idea del invento.

La presente solicitud que corresponde a las presentadas en Italia, el 6 de Diciembre de 1.967, bajo el número 23604 A/67 y 12 de Noviembre de 1.968, número 5 23617 A/68, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes: 10

1.- Método para el intercambio de calor en fase vapor entre líquidos, caracterizado porque se hace circular un líquido en un aparato desde la entrada hasta la salida de tal manera que: a) en la columna de condensación la temperatura del líquido es en cada punto ligeramente inferior a la del punto de ebullición que corresponde a la presión que corresponde al punto particular sobre la base de su nivel geométrico; el líquido que pasa a través de esta columna es calentado según pasa, gracias a la condensación en él de la contribución de vapor que procede de la columna de evaporación; b) en la columna de evaporación la temperatura del líquido es en cada punto ligeramente superior a la temperatura del punto de ebullición correspondiente a la presión que corresponde a este punto 15 20 24

20.4.70.



304

en su nivel geométrico; el líquido que pasa a través de esta columna es enfriado según pasa, gracias a las subsiguientes evaporaciones; c) a una cierta altura de la columna de evaporación hay una temperatura ligeramente mayor que la que se encuentra en el mismo nivel de la columna de condensación, de manera que como consecuencia de ello, la temperatura de salida del líquido que sale del sistema es mayor que la temperatura de entrada, siendo la diferencia de contenidos térmicos evidentemente igual al calor con el que ha sido alimentado el sistema en el punto de admisión del nivel más bajo.

2.- Método para el intercambio de calor en fase vapor entre líquidos.

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

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 20 ABR. 1970

P. A.
 Alberto de Eizaburu
[Handwritten signature]

G.D.S.
 20.4.70.

**POOR
 QUALITY**

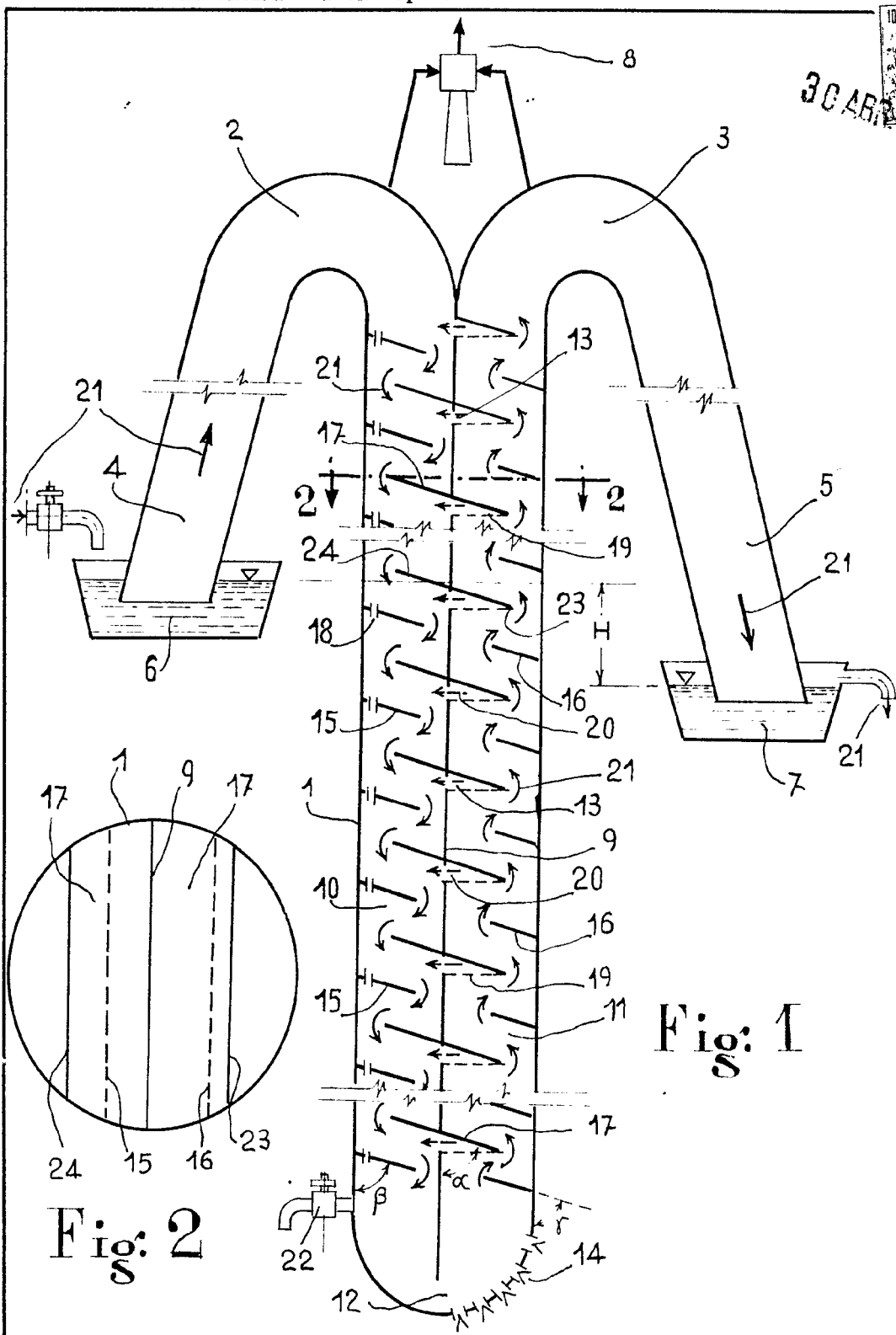
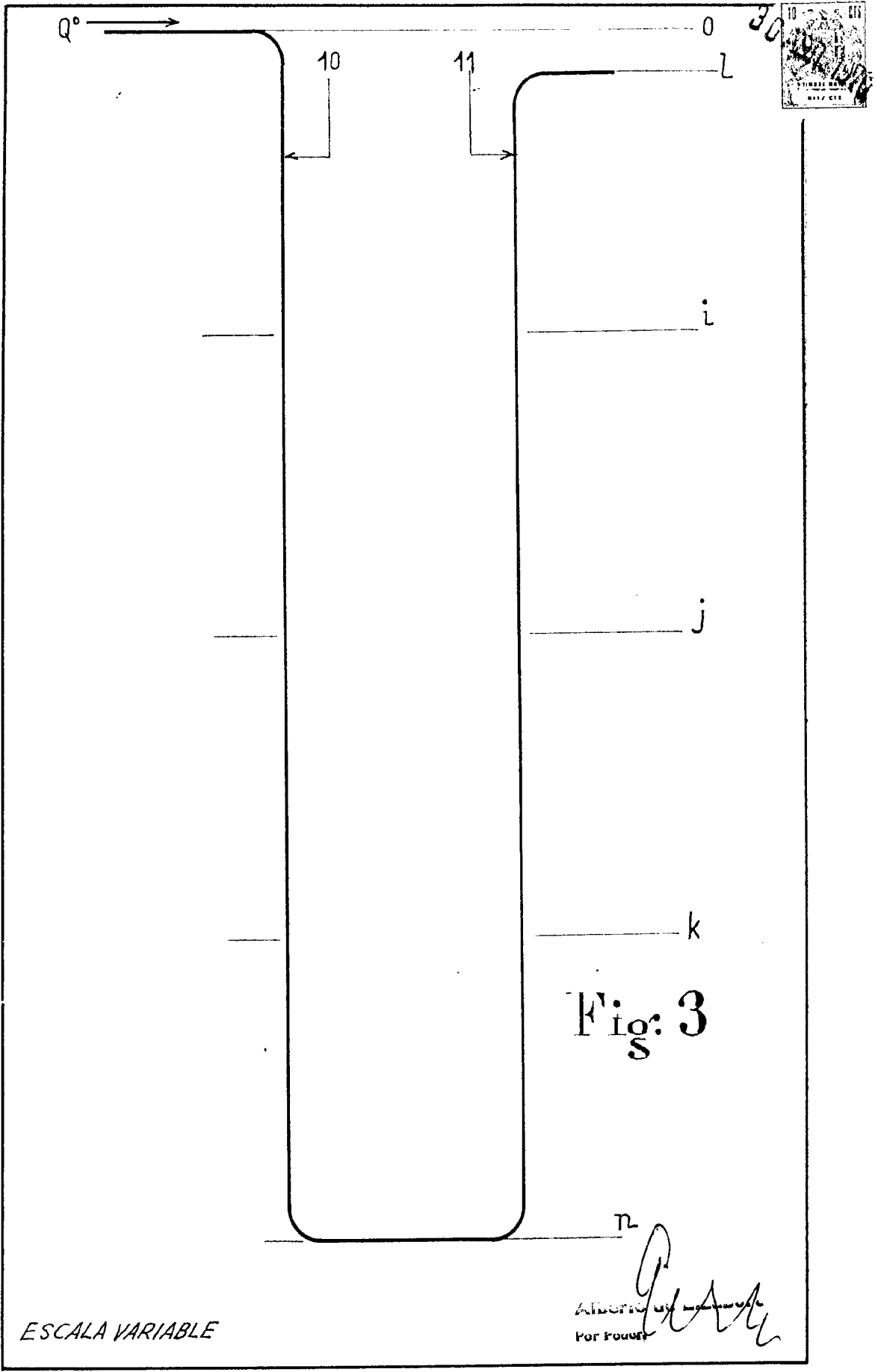


Fig: 1

Fig: 2

ESCALA VARIABLE

Alberic *Artu*
 For Power



ESCALA VARIABLE

Fig: 3

Alberto...
For Power

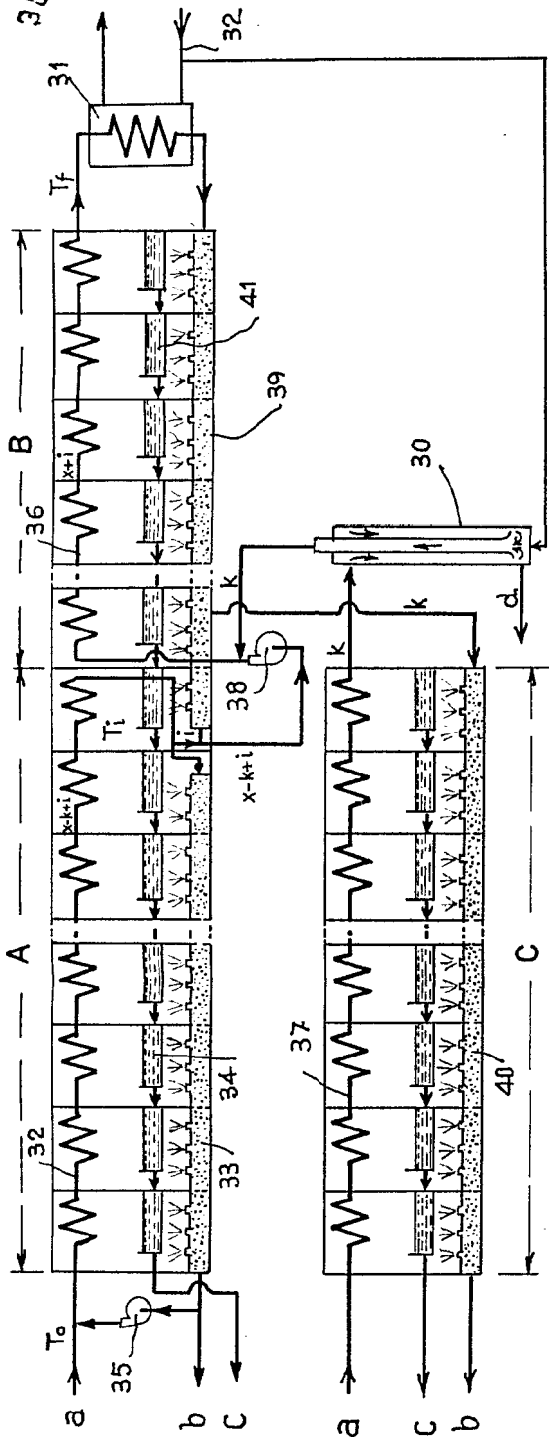


Fig: 6

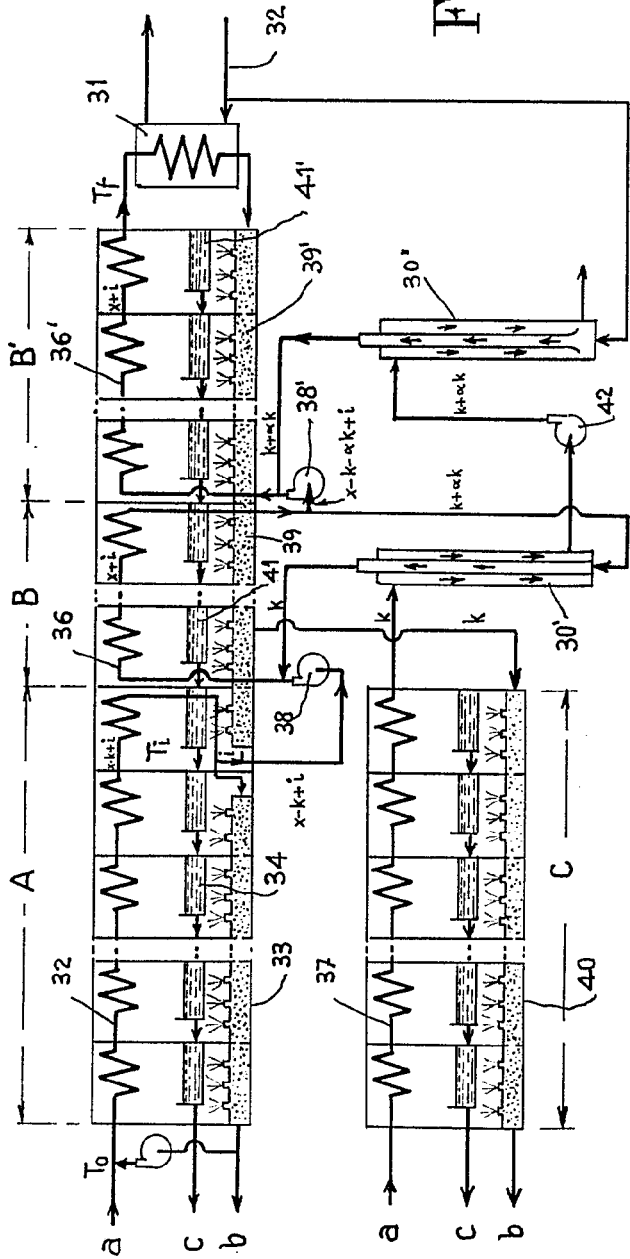
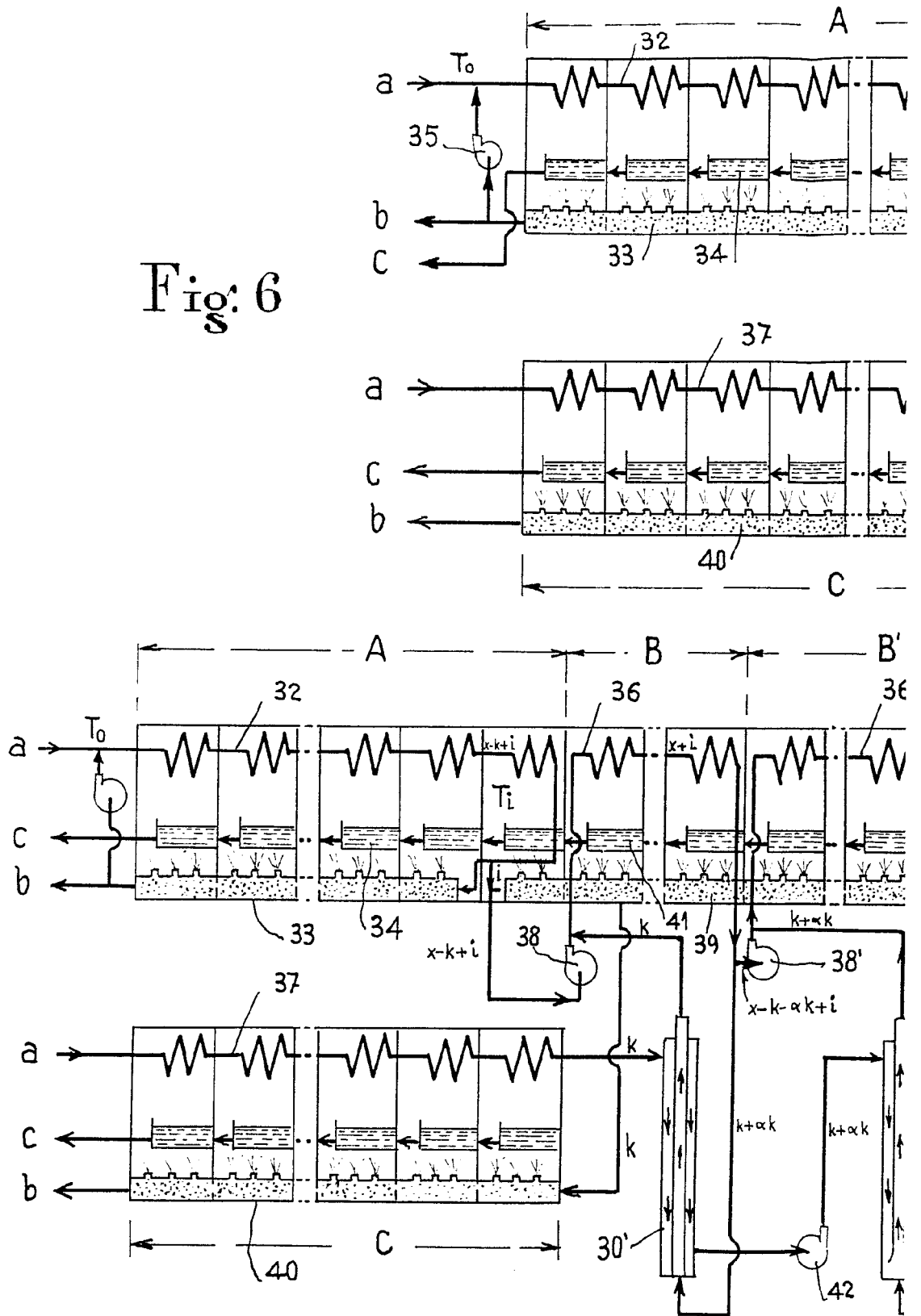


Fig: 7

Alberto de F. ...
Por Puntos

Fig. 6



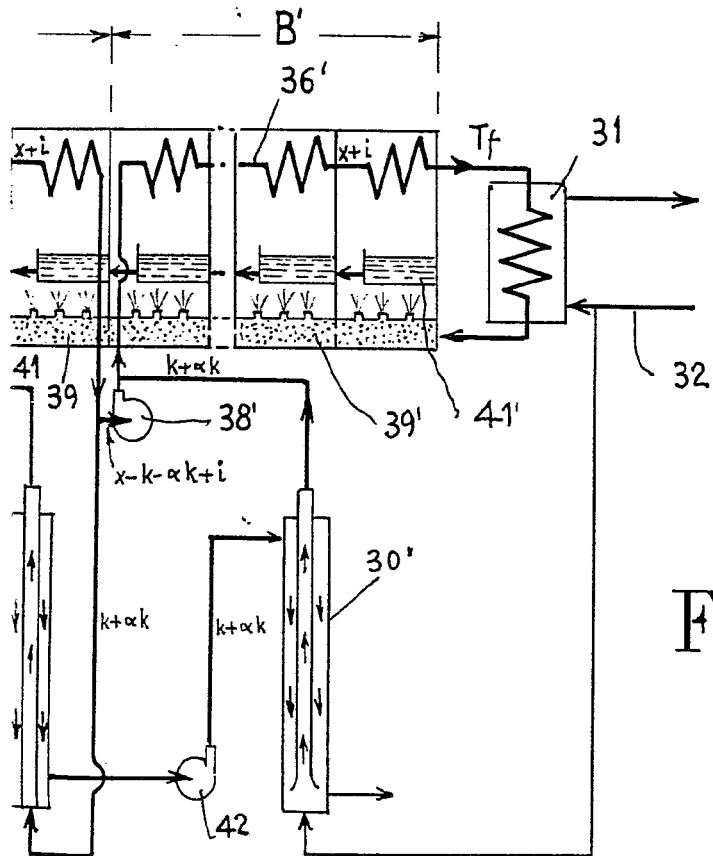
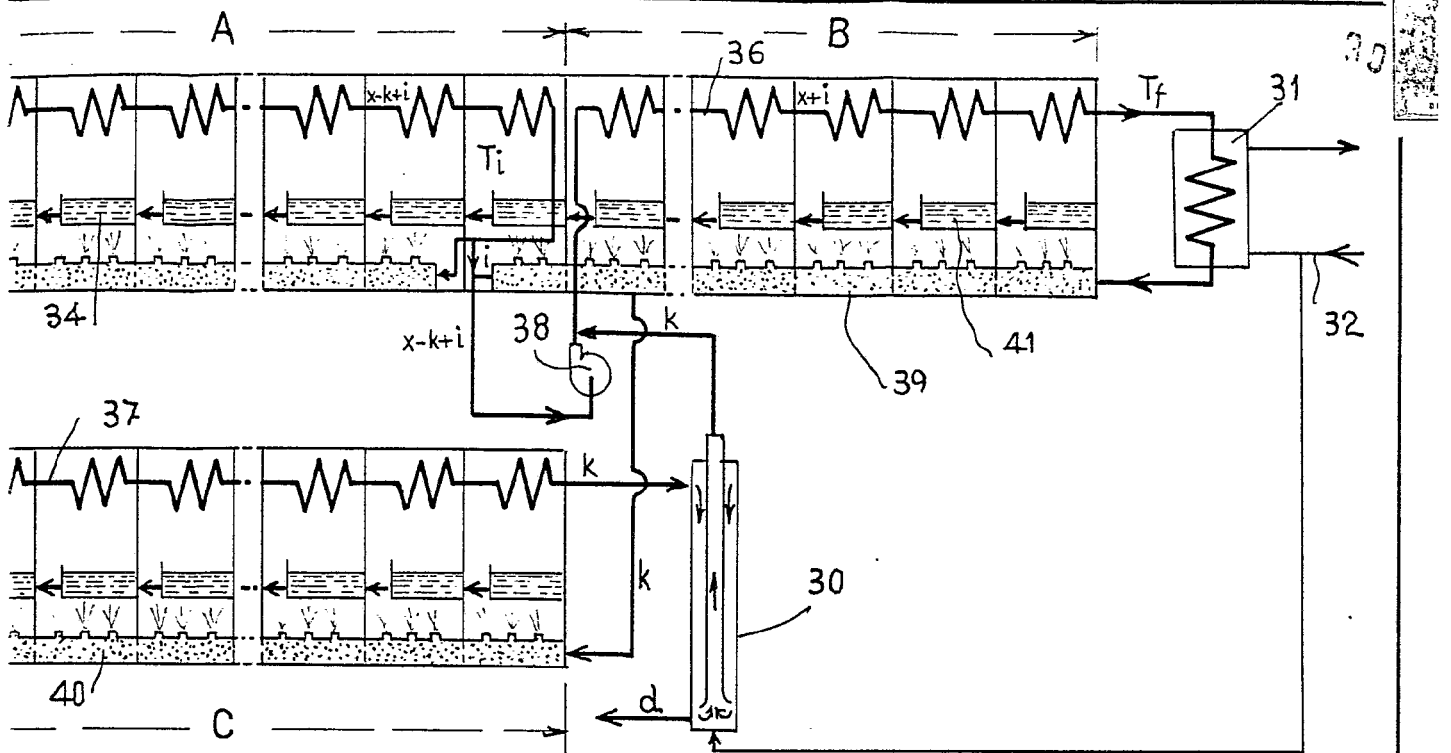


Fig. 7

Alberto de...
For Foucault