

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	21	NUMERO	10 A1
		478.555	
		FECHA DE PRESENTACION	
		12 Marzo 1.979	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01D 3/00	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA DESTILAR LIQUIDOS"		
71 SOLICITANTE (S)		
Don Risto SAARI		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
02440 LUOMA (Finlandia), Harjula.		
72 INVENTOR (ES)		
el peticionario		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
Don Pedro Feliu Mañá.		

El objeto del invento es procurar un procedimiento -
para destilar líquidos, en por lo menos dos unidades suce-
sivas de destilación, que trabajan a diferentes niveles -
de temperatura. El líquido, que debe ser destilado, se va
5 vaporiza en cada unidad de destilación y el vapor formado -
se condensa en destilado, en intercambio térmico con el lí-
quido, que fluye en la siguiente unidad de destilación, -
que trabaja al nivel inferior de temperatura. Otro objeto
del invento es procurar un aparato para la realización del
10 procedimiento.

Los procedimientos de destilación, usados hoy en día,
especialmente para destilar agua del mar, son así llama--
dos de tubo vertical de efecto múltiple de evaporación -
(VTE) y de destilación de evaporación de etapas múltiples
15 (MSF). Ambos métodos tienen sus propias ventajas e incon-
venientes. Los inconvenientes de estos procedimientos cono-
cidos se observan claramente cuando se trata de usar des-
tilación para la concentración de diferentes aguas resi--
duales industriales.

20 En la evaporación de tubo vertical el líquido se va-
poriza sobre la superficie interior de los tubos del cam-
biador térmico. Como consecuencia de esto, se forma in--
crustación sobre las superficies del cambiador térmico, -
que es el principal inconveniente de este procedimiento.

25 Cuando se usa la destilación MSF para concentrar lí-
quido, el inconveniente reside en el hecho de que el mis-
mo líquido concentrado tiene que hacerse circular dentro
de todo el alcance de temperatura de la instalación de --

destilación. Así la elevación del punto de ebullición --
del líquido concentrado, así como el incremento de la vis-
cosidad, reducen esencialmente la eficacia de la instala-
ción de destilación. Cuando se aplica este método se --
5 obliga a que la instalación de destilación se disponga -
con muchas etapas, si se trata de mantener el tamaño del
componente más costoso, el condensador, de la instala--
ción de destilación, en un grado razonable. Esto se cau-
sa por el hecho de que cuanto menor sea la caída de tem-
10 peratura de expansión del líquido, que se vaporiza por -
cada etapa de destilación, tanto mayor es la diferencia
de temperatura entre vapor y líquido refrigerante.

Un objeto del invento es procurar un procedimien--
to para destilar líquidos, que elimina estos inconvenien-
15 tes de los procedimientos anteriormente conocidos. Un ob-
jeto más detallado del invento es procurar un procedimien-
to para destilar líquidos, sobre el que se puede influir,
dentro de ciertos límites, sobre la caída de la tempera-
tura de expansión de vaporización, en una etapa de desti-
20 lación sin forzarse a incrementar el número de etapas de
destilación. Otro objeto del invento es procurar un pro-
cedimiento para destilar líquidos, por el que pueden ela-
borarse líquidos de diferentes concentraciones a diferen-
tes temperaturas, y así la elevación del punto de ebulli-
25 ción y el incremento de la viscosidad no tienen influen--
cia sobre todo el alcance de temperatura. También es un -
objeto del invento el procurar un procedimiento para des-
tillar líquidos, en que el líquido pueda vaporizarse por -

expansión de salida en un espacio de líquido libre y así las superficies de intercambio de calor quedan impedidas de formarse incrustaciones.

5 Los objetivos del presente invento pueden conseguirse por un procedimiento, caracterizado por el hecho de que por lo menos en una de las unidades de destilación - el líquido se vaporiza y correspondientemente se condensa, en por lo menos dos etapas de destilación.

10 Otro objeto del invento es procurar un aparato para realizar el procedimiento de acuerdo con el invento. Las principales características del aparato se definen en las reivindicaciones de patentes 6 - 9.

15 El invento se describirá con mayor detalle haciendo referencia a la ilustración esquemática de un procedimiento y un aparato de acuerdo con el invento, presentado en el dibujo anexo. El invento, sin embargo, no queda limitado solamente a esta ejecución.

20 El procedimiento de destilación, presentado en la figura del dibujo adjunto, consiste en muchas unidades - o módulos sucesivos de destilación I, II, III, ..., N. De acuerdo con el invento, en cada módulo existen varias etapas de destilación V_1, V_2, \dots, V_m . Cada etapa de destilación consiste en un evaporador y un condensador, que se comunican entre sí, de modo que el vapor evaporado en el evaporador puede fluir hacia el condensador y condensarse allí en destilado. Así, por ejemplo, el evaporador -11_{II}- del módulo I y el condensador -14_I- pertenecen a la primera etapa de destilación V_1 , el evaporador -12₁-

y el condensador -15_I-, a la segunda etapa de destilación V_{12} , así como el evaporador -13_I- y el condensador -16_I- a la última etapa de destilación V_m . Los evaporadores -11_I-, -12_I- y -13_I- están conectados entre sí, de modo que el líquido, que se va a destilar, puede fluir desde el evaporador -11_I- al evaporador -12_I- y luego a evaporadores siguientes, pero el flujo de vapor desde un evaporador a otro queda impedido.

El líquido, que debe ser destilado, fluye en el módulo I al evaporador -11_I-, en que parte del líquido se vaporiza formando vapor y el vapor se condensa en el condensador -14_I-. El líquido, que debe ser destilado, sigue fluyendo al evaporador -12_I-, donde existe una presión más baja que en el evaporador -11_I- y, de nuevo, parte del líquido, que debe destilarse, se vaporiza. Cuando al vaporizar el líquido se enfria y el líquido frío se descarga desde el último evaporador -13_I-, por vía de la bomba -17-, al calentador -10-, donde el líquido se recalienta por energía calentador exterior, y desde donde el mismo retorna al evaporador -11_I-.

El líquido, que fluye a través del condensador -16_I-, -15_I- y -14_I- del módulo I se hace más caliente cuando recibe el calor latente de evaporación del vapor, que se condensa. El líquido calentado fluye desde el condensador -14_I- por vía de la tubería -22-, al primer evaporador -11_{II}- del módulo II, donde hay una presión inferior y una temperatura más baja que en el primer evaporador -11_I- del módulo I. El líquido se evapora en los evapora

dores -11_{II}-, -12_{II}- y -13_{II}- del módulo II, cuando el líquido se enfría y fluye por vía de la tubería -20-, bomba -18- y tubería -21- a los condensadores -16_I-, -15_I- y -14_I- del módulo I, que así funcionan como calentadores -
5 del módulo II.

El proceso de destilación prosigue correspondiente--
mente desde un módulo a otro hasta que la energía de ca--
lor, primeramente alimentada al calentador -10-, se trans--
fiere al agua refrigerante, que fluye a través de los con--
10 densadores -16_N-, -15_N- y -14_N- del último módulo N. Esta
agua refrigerante se alimenta por la bomba -28-, por vía
de la tubería -26-, y se descarga desde el procedimiento
por vía de la tubería -27-.

El líquido, que debe ser destilado, puede alimentarse
15 se al procedimiento, por ejemplo, en el último módulo N -
por vía de la tubería -29-. En el módulo N, parte del lí-
quido a destilar, resulta destilado en parte y luego se -
alimenta ulteriormente a los siguientes módulos. La bomba
alimentadora -24"- alimenta el líquido a destilar por vía
20 de la tubería -25"- a la circulación de líquido del módu-
lo III, desde el que, de nuevo, parte del líquido se trans-
fiere por vía de la tubería -23'-, bomba -24'- y tubería
-25'- a la circulación de líquido del módulo II. Desde la
circulación de líquido del módulo II, parte del líquido,
25 que debe destilarse, fluye, por vía de la tubería -23-,
bomba -24- y tubería -25-, a la circulación de líquido --
del módulo I. El concentrado final se descarga desde la -
circulación de líquido del módulo I, por vía de la tube-

ria -30-.

El líquido original, que debe ser destilado, dependiendo de la temperatura, puede alimentarse a cualquier módulo y el concentrado final puede ser descargado, de--
 5 pendiendo de sus características, desde cualquier otro -
 módulo. El destilado puede ser descargado desde cada mó-
 dulo I, II...N, separadamente a través de los tubos -31_I-
 -31_{II}.....31_N, ó desde el módulo N operando a la tempera-
 tura más baja, recogiendo todo el destilado al módulo N
 10 y descargando el destilado desde allí a través de la tube-
 ria -31_N-.

Por el procedimiento de acuerdo con el invento, la concentración del líquido, que fluye, puede ajustarse en cada módulo I, II...N separadamente, lo que tiene una --
 15 considerable ventaja, especialmente cuando se concentran líquidos, tales como aguas residuales de la industria. -
 Así la elevación del punto de ebullición del líquido afecta esencialmente sólo en parte al alcance de temperatura. Además pueden añadirse inhibidores de corrosión y forma-
 20 ción de incrustación a cada módulo separadamente o pueden concentrarse automáticamente a las circulaciones de líquido, en que sea la más alta la concentración del líquido.

Al aplicar el procedimiento y el aparato según el in-
 vento, los condensadores pueden construirse esencialmente
 25 por debajo de las superficies libres de líquido de los eva-
 poradores, usando tubos horizontales, cuando el líquido no se vaporice, cuando fluya en los condensadores. Toda la --
 planta de destilación puede construirse de módulos simila

res entre sí, lo que tiene influencia sobre los costes de planeamiento y construcción de una planta de destilación.

Si la diferencia $T_1 - T_c$ de las temperaturas más alta y más baja se denomina $\delta_o T$, la elevación del punto de ebullición de líquido $\delta' T$ y la caída de temperatura de evaporación del líquido, cuando el mismo fluye a través de todas las etapas de destilación de un módulo δT , entonces la diferencia media logarítmica de temperatura entre vapor y agua refrigerante, que fluye en el condensador puede expresarse como:

$$\Delta T = \frac{\delta T/m}{\ln \left\{ \frac{\delta_o T - \sum_1^N \delta' T - \delta T}{\delta_o T - \sum_1^N \delta' T - \delta T - N \frac{\delta T}{m}} \right\}}$$

Esta diferencia de temperatura ΔT afecta esencialmente al tamaño de los componentes más costosos, los condensadores, de la planta de destilación. De la arriba citada fórmula puede verse, que esta diferencia de temperatura depende de la caída de temperatura de evaporación por etapa de destilación, la proporción $\delta T/m$ como también en la destilación MSF. La diferencia esencial es -- que, cuando $\delta_o T$ en la destilación MSF se determina, puede influirse sobre la proporción $\delta T/m$ solo incrementando el número de etapas de destilación. En el procedimiento de acuerdo con el invento, por el contrario, puede influirse sobre la proporción $\delta T/m$ sin tener en cuenta la diferencia total de temperatura $\delta_o T$ variando el régimen de flujo de líquido en cada módulo I, II...N y el dimen-

sionamiento de los condensadores.

La siguiente comparación demostrará las ventajas que se conseguirán por el invento. Si $\int_0 T = 60^{\circ}\text{C}$, $\int T = 1^{\circ}\text{C}$ y la proporción de rendimiento de la destilación MSF, (la proporción del destilado producido a la cantidad del vapor calentador usado) es 8, la diferencia media logarítmica de temperatura será 5.09°C . Si el alcance de temperatura del diseño es igual, la diferencia media logarítmica de temperatura será 5.61°C en una planta según el invento, cuando $N = 8$, $m = 3$ y $\int T = 3^{\circ}\text{C}$. La correspondiente capacidad de destilación de acuerdo con el invento puede así construirse con un condensador 10% menor y en total con 24 etapas de destilación solamente. Esto debe compararse con el resultado anterior, en que se habían supuesto 48 etapas en el procedimiento convencional MSF.

De la fórmula de la diferencia de temperatura también puede verse que la elevación $\int T$ de punto de ebullición del líquido puede ser diferente en distintas unidades de destilación y pueden influir sobre la diferencia ΔT media logarítmica de temperatura como una suma, cuando la elevación del punto de ebullición causada por la máxima concentración influye solamente sobre una unidad de destilación y no sobre el alcance de temperatura de todo el procedimiento.

Las unidades de destilación pueden disponerse en su estructura interior y colocación mutua, de modo que en la circulación cerrada de líquido, el líquido, que deba ser destilado, que fluye en los condensadores de una cierta -

unidad de destilación esté a un nivel más bajo, que la su
perficie libre del líquido, que fluye en los evaporadores
de la siguiente unidad de destilación. Todas las unidades
de destilación de la planta de destilación pueden cons--
5 truirse de la manera arriba mencionada. Así se consigue -
la ventaja de que el líquido no se evapora cuando fluye -
como medio refrigerante en los condensadores, lo que esen
cialmente podría causar la formación de incrustaciones so
bre las superficies de intercambio de calor y disminuiría
10 el intercambio térmico. Esto es conocido como algo esencial
como inconveniente de la convencional evaporación VTE, es-
pecialmente cuando se concentran líquidos, porque en el VTE,
la evaporación tiene lugar justo sobre las superficies de
los tubos de intercambio térmico. Por el procedimiento de
15 acuerdo el invento, por el contrario, las superficies inte-
riores de los tubos cambiadores térmicos pueden mantenerse
continuamente limpias, por ejemplo, colocando una cantidad
adecuada de balas de esponja en cada recirculación del lí-
quido.

20 Es ventajoso construir una planta de destilación de -
varias unidades de destilación similares, lo que, por su -
parte, reduce los costes de capital de la planta.

Arriba se ha presentado solamente el principio básico
del invento y está claro para una persona experta en la ma
25 teria que los detalles del invento pueden variar mucho den
tro de los límites presentados por las reivindicaciones de
la patente.

La presente patente recaerá sobre las reivindicaciones
que se indican a continuación.

REIVINDICACIONES

1ª.- Procedimiento para destilar líquidos, en por lo menos dos sucesivas unidades de destilación operando a diferentes niveles de temperatura, caracterizado porque en las unidades de destilación el líquido, que debe ser destilado, se vaporiza y el vapor producido se condensa en destilado, en intercambio térmico con líquido, que fluye en la siguiente unidad de destilación, que trabaja a temperatura más baja, y en por lo menos en una de las unidades de destilación el líquido, que debe ser destilado, se vaporiza y el vapor es correspondientemente condensado en por lo menos dos etapas de destilación.

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el líquido, que debe ser destilado, se conduce desde el evaporador de una etapa de destilación, de una unidad destiladora, al evaporador de la sucesiva etapa de destilación, en que reina una presión inferior a la del evaporador precedente, y el líquido, que fluye en los evaporadores de la unidad sucesiva de destilación, que trabaja a un nivel inferior de temperatura, se conduce como un medio refrigerante a través de los condensadores de las etapas de destilación de la primera unidad de destilación.

3ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque el líquido, que debe ser destilado, se alimenta en una de las unidades de destilación, desde donde el líquido es conducido ulteriormente hacia las otras unidades de destilación, y porque el concentrado es descargado desde alguna otra unidad de destilación distinta a --

aquella en que se había alimentado el líquido.

4^a.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1^a-3^a, caracterizado porque el destilado es recogido en la unidad de destilación que trabaja al nivel de temperatura más bajo y se descarga desde esta unidad de destilación.

5^a.- Procedimiento según las reivindicaciones 1^a-3^a, caracterizado porque el destilado formado del líquido, que debe ser destilado, se descarga separadamente desde cada unidad de destilación.

6^a.- Aparato para la puesta en práctica del procedimiento según una de las reivindicaciones 1^a-5^a, caracterizado porque comprende por lo menos dos unidades sucesivas de destilación, comprendiendo por lo menos una de ellas, como mínimo, dos etapas de destilación.

7^a.- Aparato según la reivindicación 6^a, caracterizado porque los condensadores de las unidades de destilación están hechos de tubos horizontales.

8^a.- Aparato según las reivindicaciones 6^a ó 7^a, caracterizado porque el condensador de por lo menos una unidad de destilación está a un nivel más bajo que el nivel libre de líquido en los evaporadores de la sucesiva unidad de destilación.

9^a.- Aparato según alguna de las reivindicaciones 6^a - 8^a, caracterizado porque las unidades de destilación son estructuralmente similares.

10^a.- Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente Patente de Invención que --

por veinte años se solicita registrar para España, - - -

p o r

" PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA DESTILAR LIQUIDOS "

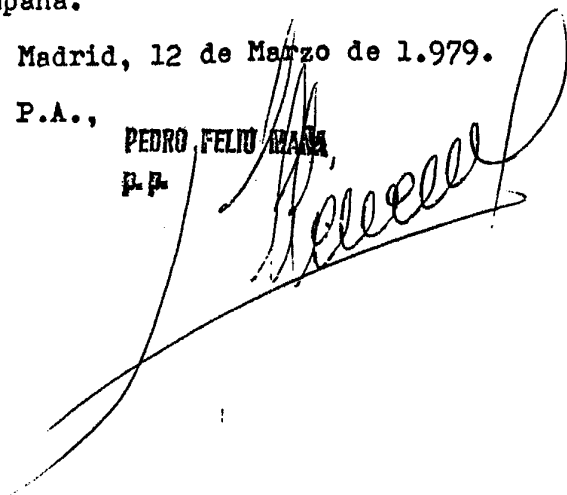
5 Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descriptiva que consta de trece hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y una hoja de plano que se -- acompaña.

Madrid, 12 de Marzo de 1.979.

P.A.,

PEDRO FELIU AZANA,

P.F.

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed name and initials. The signature is cursive and somewhat illegible due to its fluidity.

