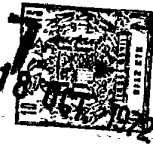


407737

PATENTE DE INVENCION

UD - 2 - A

Int. Cl.: 601D/C02B 407737



Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE PLANTAS
DE DESTILACION DE EFECTOS MULTIPLES VERTICALES
DE BAJO PERFIL

Solicitante

UNIVERSAL DESALTING CORPORATION, entidad nortea-
mericana, residente en 40 East 49th St. New
York, New York 10017, EE.UU. de A.

La presente invención se refiere a
una planta mejorada de destilación con capacidad
para grandes cantidades de líquido. Como la plan-
ta es idónea en particular para desalificar agua
5. del mar, se describirá con relación a este empleo,

407737



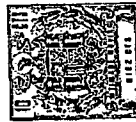
no obstante sin que el invento quede limitado con respecto a la naturaleza del líquido en tratamiento.

5. Existe un cierto número de métodos técnicamente capaces de desalificar el agua del mar. No obstante, el costo de desalificar agua actualmente, cualquiera que sea el método empleado, es demasiado elevado para garantizar un empleo profuso. Por lo tanto, continua existiendo el problema de producir agua de mar desalificada a un costo comparable al del agua dulce de otras fuentes.
10. El costo de desalificar agua de mar está determinado por el capital de inversión en la planta desalificadora, la clase y cantidad de energía consumida y la mano de obra y costos de material para hacer funcionar y mantener la planta. El presente invento tiene por objeto reducir todos estos
15. costos básicos de una forma drástica. Según el invento, el capital de inversión y los gastos de explotación y entretenimiento de la planta se reducen simplificando la construcción de la planta y eliminando gran parte de la tuberías y muchas de las bombas, válvulas y otros órganos de equipo accesorio exigido
20. con anterioridad a este invento. Además, la planta se ha diseñado para emplear vapor de agua a baja presión, de bajo costo, y aún este gasto se reduce al mínimo al alcanzarse elevados coeficientes de transferencia térmica y al reducir al mínimo la energía necesaria para el bombeo y para aparatos auxiliares.
25. La desalificación del agua del mar se puede conseguir a bajo precio reduciendo los costos de otras fuentes de recursos tales como energía, cobre, acero y mano de obra. Las grandes plantas desalificadoras de agua de mar exigen enormes cantidades de tubería de aleación de cobre. Otro objeto
30. del invento es reducir el costo por un menor consumo de fuen-



tes de recursos naturales y en particular la del cobre, que es un factor crítico.

5. Como en algunos procesos anteriores a este invento, la instalación de destilación del invento funciona basada en un principio de efectos múltiples según los cuales el vapor producido en una etapa o efecto se emplea para evaporar líquido adicional en otro efecto. No obstante, tiene una disposición y configuración completamente nuevas con las que se consiguen importantes economías en construcción, funcionamiento y entretenimiento de la planta.
10. Se han conseguido notables reducciones en la inversión de capital inicial y en los gastos de explotación de la planta sobre las plantas de destilación tradicionales mediante la planta de destilación de efectos múltiples verticales descrita en nuestra patente Estadounidense número
15. 3.499,827, concedida el 10 de Marzo de 1.970. Según el presente invento, se consigue una reducción de inversión de capital así como una mejora en la eficacia del funcionamiento de la planta debido a que se reducen las pérdidas de radiación. Las
20. ventajas económicas de la planta de destilación descrita en la patente Estadounidense nº 3.499.827, se derivan principalmente del empleo de una pluralidad de efectos, cada uno de los cuales tiene tubos de vapor horizontales, dispuestos en una alineación vertical esencialmente uno sobre otros. Des-
25. graciadamente, el empleo de un dispositivo vertical con un número suficientemente grande de efectos para conseguir el grado exigido de eficacia de funcionamiento da por resultado una estructura básica excesivamente alta de construcción costosa, de entretenimiento incomodo, carente de estética y vulnerable a los terremotos, tifones y otras perturbaciones o
- 30.



desórdenes naturales.

- Los inconvenientes resultantes de la altura excesiva se pueden vencer utilizando una serie de módulos de efectos múltiples verticales con una disposición paralela lado con lado; no obstante, la eficacia de funcionamiento de dicha planta se verá sensiblemente reducida con respecto a la que se puede conseguir empleando una sola columna vertical de un número equivalente de efectos, a menos que se haga que todos los efectos funcionen en serie, utilizando una gran cantidad de bombas. Dichas bombas aumentarán notablemente la cantidad de tubería necesaria, aumentando por lo tanto los costos de capital inicial, exigencias de energía y costos de entretenimiento.

- Según este invento, se proporciona una planta de destilación de efectos múltiples que ofrece mayores ventajas económicas si se compara con la planta de destilación de efectos múltiples verticales y, al mismo tiempo, tiene una altura general menor pero teniendo el mismo número de efectos. Estas ventajas se consiguen empleando una pluralidad de efectos dispuestos en una relación vertical escalonada, pero conservando las relaciones termodinámicas secuenciales entre efectos para mantener la eficacia.

- Las ventajas y modo de funcionamiento del invento se comprenderán mejor en el transcurso de la descripción que sigue y en los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un esquema de avances de producción representativo de una planta desalificadora según el invento.

La figura 2 es una vista externa de una planta desalificadora típica según el invento.

- La figura 3 es una vista esquemática, a tra-



vés de dos efectos típicos, tomada de un modo general a lo largo de la línea de corte horizontal 3-3 de la figura 2.

La figura 4 es una vista esquemática a través de dos efectos y una parte de un tercero, tomada en general a lo largo de la línea de corte longitudinal 4-4 de la figura 3.

Refiriendonos ahora a la figura 1, se ha elegido un esquema de avances de producción para una planta con cuatro efectos simplemente con fines de ilustración. En una instalación típica se puede emplear un mayor número de efectos sin desviarse del alcance del invento.

Se comprenderá que el número de efectos se puede aumentar o disminuir según las exigencias y condiciones existentes en la localidad donde se haya de instalar y utilizar la planta. En general, al aumentar el número de efectos en una planta se aumenta el costo inicial de la misma y se reducen los gastos de explotación, en particular el consumo de energía. Por lo tanto, en una localidad donde los costos de construcción sean elevados y los costos de energía sean bajos resulta más económico emplear un número menor de efectos mientras que, por el contrario, si los costos de energía son elevados, puede ser conveniente emplear un número mayor de efectos a pesar de la mayor inversión de capital. Por lo tanto, el número de efectos empleados en la planta podría variar, por ejemplo, desde cuatro hasta veinte.

En la figura 2 se ilustra una planta desalificadora más típica que comprende dos cadenas o formaciones verticales con cinco efectos cada una, en una configuración general cilíndrica elegida para reducir al mínimo las pérdidas de radiación y reducir el costo de construcción. La gran resistencia inherente, resultado de la geometría de la confi-



- guración cilíndrica, permite el empleo de materiales de calibre más delgado menos costosos que los que se pueden emplear en la fabricación de estructuras de caja tradicionales. La configuración cilíndrica reduce también la cantidad de superficie de radiación para un volumen incontenido dado si se compara con los recipientes tradicionales del tipo de caja.
5. Los efectos individuales de la planta desalificadora ilustrada en los dibujos son normalmente idénticos o muy similares entre si y comprenden cada uno un haz de tubos
10. de vapor horizontales 1 que se extienden entre placas frontales 2 y 3, un distribuidor de líquido de alimentación 4 para distribuir líquido de alimentación, que puede ser agua de mar u otro líquido que se haya de evaporar, sobre las superficies exteriores de los tubos 1, y un colector 5 para recoger la
15. parte sin evaporar del líquido de alimentación. Los tubos de vapor 1 se extienden desde una cámara distribuidora de vapor 6 en la parte frontal del aparato hasta una cámara colectora de condensado 7 en la parte trasera. A pesar de que los tubos son en general horizontales, podrían inclinarse ligeramente
20. en sentido descendente hacia la parte trasera para facilitar la descarga de condensado desde los tubos. La función del distribuidor 4 es distribuir el agua de mar u otro líquido que se haya de evaporar uniformemente sobre la superficie exterior de los tubos de vapor horizontales 1. Se representa en forma
25. de una bandeja poco profunda o placa dirigida horizontalmente sobre el haz de tubos y provista de una pluralidad de pequeños agujeros u orificios 8 a través de los cuales el agua chorrea o fluye sobre los tubos. Los tubos se disponen con relación a la placa distribuidora 4 entre si de forma que se
30. consiga una distribución razonablemente uniforme de líquido



- de alimentación sobre las superficies exteriores de los tubos. En general, el líquido de alimentación que incide sobre las superficies superiores de un tubo tenderá a fluir alrededor del tubo y a chorrear por la superficie inferior sobre el tubo situado por debajo. El régimen de flujo del líquido de alimentación se elige de acuerdo con otros parámetros de la planta para conseguir el régimen y proporción deseados de evaporación, pretendiéndose que solamente se evapore una parte del líquido de alimentación en cada efecto. Para evitar la formación de incrustaciones y reducir la corrosión, el régimen de flujo del líquido de alimentación sobre los tubos 1 deberá ser suficiente para mantener los tubos constantemente húmedos y para evitar una concentración excesiva de salmuera sobre las superficies exteriores de los tubos. La placa distribuidora 4 se encuentra abierta por la parte superior para que cualquier vapor producido por evaporación instantánea se una al producir por evaporación del líquido de alimentación que fluye sobre los tubos 1.
20. El colector 5 se sitúa debajo del haz de tubos de vapor y su función es recoger aquella parte del agua de mar, o de otro líquido de alimentación, que no se haya evaporado al pasar sobre los tubos 1. Se ilustra simplemente como una zona o área del fondo o suelo 9 del efecto.
25. Fuera de la cámara colectora 7 se emplea un cambiador de calor 11 que se sitúa longitudinalmente a través del centro del efecto según se ilustra en la figura 2. El vapor caliente procedente de la cámara colectora 7 se envía al cambiador de calor 11, y el condensado resultante (producto) se descarga en el efecto siguiente termodinámicamente inferior de la planta. Como variante, el cambiador de calor 11
- 30.



- se puede situar en el interior de la cámara colectora 7, por ejemplo en forma de tubos con una configuración de U que abarcan toda la anchura del aparato (no ilustrada). Una función del cambiador de calor 11 es condensar cualquier vapor que no se haya condensado en los tubos de vapor 1, siendo conveniente el permitir que fluya algo de vapor sin condensar a través de los tubos 1 y se evacue en la cámara 7 para formar un flujo de vapor a través de los tubos y ayudar de este modo a descargar condensado y gases no condensables desde los tubos.
5. Cualquier acumulación de condensado o gases no condensables en los tubos es indeseable porque cubre una parte de la superficie del tubo y reduce, por lo tanto, la eficacia de intercambio térmico de los tubos. Los cambiadores del calor 11 ejercen la función adicional de precalentar el agua del mar u otro líquido que se haya de evaporar y, por lo tanto, aumentan la eficacia general de la planta.
10. 15.

Se emplean medios para suministrar agua de mar u otro líquido al distribuidor de alimentación 4, del efecto superior de cada una de las dos cadenas o formaciones verticales.

20.

- Antes de introducirse en el aparato, el agua de mar se desairea y neutraliza preferiblemente o se trata de otro modo para evitar la formación de incrustaciones. Se puede emplear cualquier método tradicional de desairación. En nuestra patente Estadounidense nº 3.499.827 se describe uno de dichos métodos.
- 25.

- El agua de alimentación se lleva a la planta a través del conducto 14 que se dirige hasta la boca de admisión de una bomba 15 movida a motor, por medio de la cual se bombea a través de los conductos 16 y de los cambiadores de
- 30.



- calor 11 hasta la tubuladura 16a del efecto superior de cada formación vertical, que, a su vez, alimenta el líquido al distribuidor 4 de cada uno de los efectos superiores. Por razones de eficacia y economía, es conveniente emplear la energía térmica disponible del proceso de destilación para precalentar el líquido de alimentación antes de alimentarse a los efectos en la parte superior de cada cadena o formación vertical. Esto se consigue bombeando el líquido a través de los cambiadores de calor 11. En el momento en que el líquido de alimentación alcanza la parte superior de las cadenas o formaciones verticales, se encuentra a la temperatura conveniente, que por razones de eficacia de diseño suele ser del orden de 126,6° C. La corriente de alimentación se divide en la parte superior del aparato de forma que una parte se alimente a un régimen controlado en el primer efecto (efecto I) en la formación A y la otra parte se alimente al primer efecto en la formación B (efecto II). Como variante, la parte de agua de alimentación que se ha de alimentar en la formación o cadena B se puede desviar a la formación o cadena B después de pasar por el cambiador de calor asociado con el efecto superior de la cadena o formación B.

- Desde el distribuidor 4 del efecto I de la cadena o formación A, el agua precalentada fluye uniformemente a un régimen controlado sobre los tubos de vapor 1 del primer efecto. Una parte del agua de alimentación se avapora para producir vapor. El intercambio térmico resultante produce por lo menos una condensación parcial del vapor alimentado a los tubos de vapor horizontales, según se describirá más adelante.

- En las plantas de destilación verticales de una



sola cadena o formación conocidas con anterioridad a este invento, la disposición física de efectos colocados unos sobre otros proporciona también una relación termodinámica en consonancia con esta disposición. En dichas plantas, todos los fluidos se trasladan desde el efecto superior descendiendo a través de cada uno de los efectos intermedios en secuencia numérica.

En el diseño del presente invento, el colector 5 del efecto I se sitúa físicamente por debajo del nivel del distribuidor 4 del efecto II; el colector 5 del efecto II se encuentra por debajo del nivel del distribuidor 4 del efecto III y así sucesivamente. Esta disposición imposibilita el traslado de líquido de alimentación por gravedad de efecto a efecto en secuencia (termodinámica) numérica. No obstante, este invento permite que el vapor y el condensado se trasladen por gravedad de efecto a efecto en secuencia (termodinámica) numérica dirigiéndolos con avance y retroceso entre las formaciones verticales, según se ilustra.

Según este invento, se habilita un nuevo dispositivo de cadenas o formaciones verticales múltiples de novedad que conserva la gran eficacia de los diseños de una sola formación vertical con elementos colocados unos sobre otros, pero que no exige bombas de transferencia de líquido de alimentación entre efectos. Esto se consigue dividiendo el número total de efectos deseados en varias cadenas o formaciones verticales, como son las dos formaciones ilustradas en las figuras 1 y 2, con una disposición más o menos lado con lado. El abastecimiento total de líquido alimentación se divide en tantas partes como formaciones o cadenas haya y una parte se introduce en el efecto superior de cada una de las formaciones

407737

- 11 -



5. verticales. Por ejemplo, en la figura 1 y en la figura 2 el líquido de alimentación se divide en dos partes, enviándose una parte a la formación A donde fluye por gravedad desde el efecto I a III a V y así sucesivamente. La otra parte se envía a la formación B donde fluye por gravedad desde el efecto II a IV a VI y así sucesivamente. A pesar de que esta disposición permite una transferencia conveniente de líquido de alimentación (salmuera) de efecto a efecto en cada una de las cadenas o formaciones verticales, si el vapor y el condensado tuvieran que seguir el mismo recorrido de flujo de la salmuera, se producirían grandes pérdidas termodinámicas debido a la ineficacia inherente al duplicar la diferencias de temperatura entre efectos. Para mantener la eficacia de la disposición de efectos unos sobre otros, se emplean medios de vaporización instantánea de salmuera 17a entre los efectos de cada formación, preferiblemente como parte del gran conducto de cuello de cisne, según se ilustra en la figura 2, como medio conveniente para evitar retrocesos debido a diferenciales de presión entre los efectos.
- 10.
- 15.
20. La parte sin evaporar del agua de mar alimentada a la parte superior de la formación A (figura 1) se recoge en el colector 5 del efecto I y se transporta por un conducto 17 a través de un dispositivo de vaporización instantánea de salmuera 17a donde la salmuera caliente se vaporiza instantáneamente a la temperatura de ebullición y a la presión del siguiente efecto inferior (efecto II, formación B). El vapor así producido se transporta por el conducto 18a hasta la cámara 6 del efecto III. La salmuera caliente sin evaporar, que permanece después de la vaporización instantánea en el dispositivo de evaporización de salmuera 17a, se trans-
- 25.
- 30.



fiere por gravedad hasta el efecto inferior siguiente (efecto III) por medio del conducto 18 al distribuidor 4 donde la salmuera caliente se vaporiza instantaneamente a la presión y temperatura de ebullición existentes dentro de la región de vaporización del efecto. La parte sin evaporar de la salmuera fluye en el distribuidor de líquido de alimentación 4 y el vapor producido por vaporización instantanea se traslada por el conducto 18a hasta la cámara de distribución de vapor 6 o al interior del efecto siguiente termodinámicamente inferior donde se combina con el producido por evaporación de la salmuera que fluye sobre tubos de vapor 1. De una forma similar, la parte del agua de alimentación introducida en el efecto II en la parte superior de la formación B se vaporiza parcialmente fluyendo sobre los tubos 1 y la parte sin evaporar de la salmuera recogida y vaporizada en el dispositivo de vaporización instantánea de salmuera 17a a la presión y temperatura de ebullición del efecto inferior siguiente en la formación A; la salmuera sin evaporar restante se traslada al efecto inmediatamente inferior donde se vaporiza instantaneamente a la temperatura y presión de dicho efecto. De esta manera, la salmuera sin evaporar fluye en chorros o corrientes paralelas separadas desde el efecto superior hasta el último efecto de cada una de las cadenas o formaciones verticales.

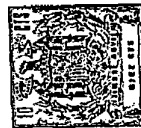
La importancia que tiene la vaporización instantánea de la corriente de salmuera según fluye entre los efectos, se comprenderá mejor observando que para conseguir la misma producción de agua desalificada que con la planta de cuatro efectos ilustrada en la figura 1, sin vaporización instantánea intermedia de la corriente de salmuera, se nece-



sitaría introducir del orden del 7% al 10% más de vapor de agua en el primer efecto, empleando además superficies de evaporización de mayor tamaño en cada efecto o aumentando el número total de efectos a cinco o posiblemente seis.

5. El flujo de agua de alimentación desde un efecto hasta el siguiente se efectúa por gravedad y por una diferencial de presión que existen en virtud de que cada efecto sucesivo funciona a menor temperatura y correspondientemente menor presión. Por consiguiente no son necesarias bombas para
10. transportar el agua desde un efecto hasta el siguiente. Para mantener el régimen de flujo desde un efecto hasta el siguiente, pero conservando la diferencial de presión conveniente entre efectos sucesivos, se emplea una válvula 19 en cada uno de los conductos 17 que se dirigen desde el colector 5 de
15. cada efecto hasta el distribuidor 4 del efecto siguiente.

- Para evitar la formación de incrustaciones dentro de los elementos de evaporización de la planta, es preferible no evaporar el agua de mar hasta la sequedad y, por lo tanto, se suele introducir agua de alimentación notablemente
20. en exceso a la cantidad de agua desalinizada producida por la planta, con el fin de tener la seguridad de que los tubos de vapor 1 permanezcan siempre en estado húmedo. Las relaciones entre el líquido de alimentación y el producto del orden de 1,5 a 50 o más, dependiendo de la composición y salinidad del agua de alimentación, son normales. La cantidad de
25. líquido de alimentación necesaria para mantener los tubos húmedos es muy pequeña con esta configuración y se puede mantener sin necesidad de reciclar el líquido de alimentación. En aparatos de destilación de tubos verticales, de efectos
30. múltiples y de alimentación sin la ayuda de la fuerza de gra-



vedad, la exigencia de mantener superficies de evaporización completamente cubiertas con líquido de alimentación impone un grave problema económico y de funcionamiento debido a que dichas plantas dependen de reciclo mecánico y bombas entre efectos y debido a la exigencia de tener que mover grandes volúmenes de agua de alimentación para mantener los tubos evaporadores en estado húmedo.

Como resultado de la evaporación en cada una de las etapas sucesivas de la planta, el agua de alimentación se concentra más y más. La salmuera concentrada que permanece después de la evaporación en los efectos inferiores de cada cadena o formación vertical puede devolverse al mar, utilizarse en la producción de sal o para otros fines. La salmuera concentrada recogida en el colector 5 del efecto inferior de la cadena o formación A se descarga después de la vaporización instantánea y de la separación del vapor producto en el evaporador de salmuera 17a. La salmuera concentrada en la formación B se descarga desde el colector 5 en el efecto inferior de dicha formación B a través de una tubería de purga de salmuera 20.

La energía para la evaporación del agua del mar en los efectos sucesivos se obtiene de una fuente de energía apropiada. En la planta ilustrada en las figuras 1 a 4, la energía se suministra en forma de vapor de agua a baja presión que se alimenta al primer efecto a través de un conducto 21. El vapor de agua se puede abastecer, por ejemplo, desde una caldera apropiada 20 o del vapor de sangría o el escape de una turbina de vapor utilizada para la generación de energía eléctrica o para otros fines. El tubo de suministro de vapor de agua 21 se conecta con la cámara de vapor 6 del primer efecto



- y distribuye vapor de agua a los tubos de vapor horizontales 1, donde se condensa por el flujo de agua de mar a temperatura inferior sobre la parte exterior de los tubos, según se ha descrito. El condensado resultante se recoge en la cámara de condensado 7 y se descarga a través de un conducto 22, por ejemplo al abastecimiento de agua de alimentación de la caldera para generar vapor de agua. Como variante, el condensado se puede llevar directamente a la cámara de condensado 7 del efecto siguiente termodinámicamente inferior donde se vaporizará instantáneamente a la temperatura y presión reinantes en la cámara. El condensado se puede vaporizar instantáneamente también en una cámara de vaporización instantánea de producto y el vapor producido se combina con el vapor que fluye en los tubos 1 del efecto siguiente termodinámicamente inferior, alimentándose el condensado restante por gravedad directamente en la cámara de condensado 7 del efecto siguiente termodinámicamente inferior.

- El vapor generado en el primer efecto por evaporización de una parte del agua de mar que fluye sobre los tubos de vapor horizontales 1, se recoge en la cámara de vapor 23 al lado del haz de tubos y fluye a través de un conducto 24 con deflectores y a través del cambiador de calor 11 hasta la cámara distribuidora de vapor 6 del efecto siguiente termodinámicamente inferior en la otra cadena o formación. Discrecionalmente, para evitar que la neblina contaminante de sal se lleve desde un efecto hasta el siguiente, el vapor se puede hacer pasar a través de un separador colocado en el interior del conducto 24 o al lado del haz de tubos. Como la cámara colectora de vapor 23 abarca toda la anchura y toda la longitud del haz de tubos, queda disponible espacio adecuado



para separadores de área mayor que permitan una velocidad de flujo razonable a través de los mismos. Los separadores se fabrican de cualquier material apropiado, como puede ser fibra de vidrio o material filamentosos, por ejemplo metal o plástico, que proporcione una gran superficie de contacto.

5.

El vapor generado en cada efecto por evaporación de una parte del agua de alimentación se alimenta de este modo al interior de los tubos de vapor horizontales 1 del efecto siguiente termodinámicamente inferior donde se condensa por lo menos parcialmente y, por lo tanto, evapora una parte adicional

10.

del agua de mar. A medida que la presión de funcionamiento se reduce en efectos sucesivos, aumenta correspondientemente el volumen de vapor para el mismo peso. Como el flujo de vapor se efectúa a través de cámaras y de conductos 24 relativamente grandes, se puede abarcar un gran volumen de vapor de

15.

agua sin pérdidas indebidas que pudieran producirse por un flujo restringido. No obstante, cuando existe un gran número de efectos sucesivos, puede ser conveniente aumentar el volumen de los últimos efectos preferiblemente con un aumento correspondiente en el tamaño de los tubos de vapor y de los haces de tubos. A pesar de que sería ideal aumentar el volumen de

20.

cada efecto sucesivo proporcionalmente se consigue una economía en los costos de construcción haciendo grupos de efectos idénticos y aumentando el volumen de efectos sucesivos escalonadamente en lugar de hacerlo de una forma continua.

25.

El vapor producido en el dispositivo de vaporización instantánea de salmuera 17a por la evaporación de salmuera caliente separada de cada uno de los efectos, a excepción del último efecto, tiene una energía térmica remanente considerable y debe introducirse en el efecto siguiente ter-

30.



- modinamicamente inferior para mantener una gran eficacia de funcionamiento. Este vapor caliente se conduce en todos los efectos, a excepción del último, desde el dispositivo de vaporización instantánea de salmuera 17a por un conducto corto que
5. se abre en la cámara de vapor 6 del efecto siguiente termodinamicamente inferior.
- El condensado resultante de la condensación de vapor en los tubos de vapor horizontales 1 de cada efecto se recoge en la cámara colectora de condensado 7 del efecto
10. respectivo. En cada efecto, la condensación de vapor en los tubos de vapor 1 es preferiblemente incompleta para que una parte elegida de vapor fluya a través de los tubos en la cámara colectora 7. Este flujo de vapor ayuda a descargar condensado desde los tubos y evita, por lo tanto, cualquier acumulación de condensado y gases no condensables que podrían ta
15. par el área efectiva de los tubos. La parte de vapor no condensado en los tubos 1 se condensa por medio del cambiador de calor 11.
- El condensado recogido en la cámara 7 constituye el caudal de agua dulce o "producto" de la planta y se dirige, por consiguiente, a un punto de descarga del producto apropiado. No obstante, el condensado, según se recibe en la cámara colectora 7, tiene todavía un contenido de calor que
20. es conveniente utilizar para obtener una gran eficacia de funcionamiento. La energía térmica del condensado se puede recuperar de cualquier manera apropiada, por ejemplo por medio de cambiadores de calor idóneos. En el ejemplo ilustrado en los
25. dibujos, la energía térmica del condensado se utiliza para volver a evaporar una parte del condensado y producir vapor adicional. De este modo, el condensado recogido en la cámara
- 30.



de condensado 7 del efecto II se conduce por medio de un conducto 28 preferiblemente de configuración de cuello de cisne para evitar el retroceso, llevándolo al interior de la cámara de condensado 7 del efecto III. El flujo de condensado se regula apropiadamente, por ejemplo por medio de una válvula 30, para mantener la diferencia de presión elegida entre las cámaras respectivas.

Como variante, según se ilustra esquemáticamente en la figura 1, el producto se puede dirigir por medio del conducto 29a hasta un depósito de vaporización instantánea separado 29 donde el condensado se reduce por evaporación a la temperatura y presión del efecto siguiente termodinámicamente inferior. El vapor producido de este modo se lleva por medio del conducto 29b hasta la cámara de distribución de vapor 6, y el producto se lleva por medio del conducto 29c hasta la cámara colectora de condensado 7 del efecto siguiente termodinámicamente inferior. La temperatura del condensado se reduce de este modo de una forma sucesiva porque cada efecto sucesivo funciona a una temperatura más baja. El condensado fluye de este modo por gravedad desde un efecto hasta el siguiente y se descarga desde el último efecto, por medio de un conducto 33, hasta el condensador final 26.

El vapor producido en la cámara de evaporación del efecto más bajo, termodinámicamente inferior, y el vapor producido en el dispositivo de vaporización instantánea de salmuera 17a del efecto más bajo de todas las demás formaciones verticales o cadenas, se lleva por medio de conductos 33 hasta el condensador final 26 donde los chorros de vapor combinados y el producto condensado se enfrían y licúan al ponerse en una relación de intercambio térmico con algún fluido



más frío, preferiblemente la corriente de agua de alimentación y un exceso de agua de mar adicional. El agua refrigerante de exceso se devuelve simplemente al mar o se elimina de otro modo y el producto acumulado de agua alimentada desde el condensador final se lleva por la línea de descarga de producto 35 hasta un punto de utilización o almacenamiento.

5. En una planta de destilación de agua de mar, como por lo menos alguno de los efectos funcionan normalmente a presión subatmósferica, es virtualmente imposible evitar la entrada de una pequeña cantidad de aire u otros gases, que no son condensables, a las presiones y temperaturas reinantes en la planta. Asimismo no suele ser económicamente factible el eliminar todo el aire del agua de alimentación antes de enviar se al evaporador del primer efecto. El aire y otros gases no condensables en el aparato son elementos indeseables puesto que reducen la eficacia de la instalación. Por lo tanto, es conveniente eliminar los gases no condensables del aparato para evitar acumulación. Esto se puede realizar empleando medios tradicionales, por ejemplo el sistema de evacuación al vacío descrito en la patente Estadounidense Nº 3.499.827.

10. Se comprenderá que el aparato estará normalmente comprendido en una envuelta apropiada o estructura de alojamiento, preferiblemente hermética al fluido y al vapor y aislada térmicamente por medios apropiados, adoptandose las medidas necesarias para tener acceso al interior del aparato. Normalmente los efectos o etapas se colocaran lo más próximos posibles unos a otros, pero permitiendo un acceso razonable para trabajos de entretenimiento, para reducir al mínimo los costos de tuberías y para reducir las pérdidas térmicas.

15. A pesar de que en el dibujo se han ilustrado



- válvulas para el control de flujo y de la presión, se comprenderá que una vez que se han establecido las características y parámetros de funcionamiento, no es necesario normalmente efectuar ajustes. Por consiguiente, si así se desea, las válvulas se pueden reemplazar por otros medios de regulación de flujo apropiados, por ejemplo orificios calibrados. Además, se pueden habilitar en la instalación válvulas u otros mandos adicionales, según se desee.
- 5.
- En la figura 1 se ilustra, a título de ejemplo, un esquema simplificado de avances de producción que ilustra el funcionamiento de una planta desalificadora según el invento. Se comprenderá que en la practica real se puede emplear un mayor número de efectos, por razones de eficacia. Se pueden añadir tantos efectos adicionales como se desee, siendo la única exigencia que se mantengan las relaciones físicas y termodinámicas de efecto a efecto según se ilustra y se ha descrito en la presente memoria. Se comprenderá también que a parte de consideraciones de tipo práctico no existe límite en el número de cadenas o formaciones verticales que se pueden utilizar en tanto que se mantengan las relaciones esenciales descritas en la presente memoria entre cadenas o formaciones y entre efectos en cada cadena o formación en el orden descendente de sus temperaturas y presiones de funcionamiento respectivas. La eficacia termodinámica conseguida con el presente invento se ve afectada solamente por el número total de efectos pese a la utilización de corrientes de salmuera separadas, pero no se ve influenciada por el número de cadenas o formaciones verticales empleadas.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

407737

- 21 -



- NOTA -

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Norteamérica, bajo el número y la fecha siguiente Ser. No. 190.515 de 19 de octubre de 1971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita una Patente de Invención por 20 años en España, sobre PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE PLANTAS DE DESTILACION DE EFECTOS MULTIPLES VERTICALES DE BAJO PERFIL, caracterizándose por lo siguiente.

- 1.- Perfeccionamientos en la construcción de plantas de destilación de efectos múltiples verticales de bajo perfil con capacidad para grandes cantidades de líquido, caracterizadas porque se disponen en cada planta una pluralidad de efectos dispuestos a alturas diferentes unos sobre otros por lo menos en dos cadenas o formaciones separadas, comprendiendo cada uno de dichos efectos: una cámara de evaporación; una cámara colectora de condensado; una tubuladura de distribución de vapor; una pluralidad de tubos de vapor abiertos a dicha tubuladura de vapor y saliendo de la misma, de una forma generalmente horizontal a través de dicha cámara de evaporación y abriéndose en dicha cámara colectora de condensado; medios de distribución del líquido de alimentación dentro de dicha cámara de evaporación adaptados para distribuir líquido de alimentación sobre la superficie exterior de dichos tubos

407737

- 22 -



- de vapor; medios colectores por debajo de dichos tubos para acumular líquido de alimentación sin evaporar; medios de bomba para alimentar líquido que se ha de destilar al efecto superior de cada cadena o formación vertical; un primer dispositivo de vaporización instantánea conectado a dichos medios colectores para evaporar una parte del líquido de alimentación acumulado sin evaporar con el fin de reducir su temperatura y presión a la temperatura de ebullición del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta; medios para transferir vapor producido en dicho primer dispositivo de vaporización instantánea a la tubuladura de distribución de vapor o la cámara colectora de condensado del siguiente efecto inferior de dicha planta; un segundo dispositivo de evaporización instantánea para reducir la temperatura y presión del líquido de alimentación sin evaporar desde dicho primer dispositivo de evaporización instantánea a la temperatura y presión de ebullición del efecto inmediatamente inferior en la misma cadena o formación, incluyendo medios para transferir el vapor resultante y el líquido de alimentación sin evaporar a la cámara de evaporización del siguiente efecto inferior en la misma cadena o formación; medios para suministrar vapor de agua a una temperatura y presión elegidas a dicha cámara de distribución de vapor del efecto superior de dicha planta; medios colectores de vapor dentro de dicha cámara de evaporización, o asociados con la misma, y abiertos en dicha cámara para recoger vapor producido por la evaporización de líquido de alimentación que pasa sobre dichos tubos de vapor; y medios en todos los efectos de dicha planta, a excepción del más inferior, para transferir vapor acumulado en dichos medios colectores de vapor hasta la tubuladura de distribu-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

~~13~~

407737

- 23 -



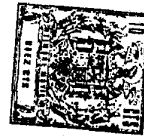
ción de vapor del efecto siguiente termodinámicamente inferior a dicha planta.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizadas porque se emplea un dispositivo cambiador de calor por lo menos en un efecto en cada cadena o formación para poner el vapor generado en dicha cámara de evaporación en relación de intercambio térmico con el líquido de alimentación entrante y calentar dicho líquido de alimentación antes de introducirse en el efecto superior de dicha cadena o formación.
10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizadas porque por lo menos en un efecto se emplean medio de vaporización instantánea de condensado para evaporar por lo menos una parte del condensado líquido acumulado en dicha cámara de condensación y para conducir el vapor así producido a la tubuladura de distribución de vapor del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta.
15. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizadas porque se emplean medios por lo menos en un efecto de la planta para transferir condensado líquido recogido en dicha cámara colectora de condensado a dichos medios empleados para suministrar vapor de agua.
20. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizadas porque se emplean medios de transferencia por lo menos en un efecto para transferir condensado líquido recogido en dicha cámara colectora de condensado a la cámara colectora de condensado o a la cámara de evaporación del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta.
25. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizadas porque comprende medios condensadores de producto final; medios para transferir vapor desde la cámara
- 30.





- de evaporización del efecto inferior de dicha planta hasta dichos medios condensadores de producto; medios para transferir vapor producido en dicho primer dispositivo de vaporización instantánea en el efecto inferior de cada cadena o formación vertical distinta a la cadena o formación que comprende el efecto más inferior de dicha planta, a dichos medios condensadores de producto, y medios dentro de dichos medios condensadores de producto final para poner dicho vapor en relación de intercambio térmico con un fluido refrigerante.
- 5.
10. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizadas porque se emplean medios para transferir producto líquido recogido en uno o más efectos de dicha planta a dicho condensador de producto y para poner dicho líquido producto en relación de intercambio térmico con el fluido refrigerante.
15. 8.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, caracterizadas porque por lo menos una parte de dicho fluido refrigerante está comprendido por dicho líquido de alimentación entrante.
20. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicaciones anteriores caracterizadas porque para evaporar una solución de alimentación se divide el líquido de alimentación en tantas corrientes como cadenas o formaciones verticales separadas existan y se hace pasar la corriente de alimentación en sentido descendente por gravedad de efecto a efecto en cada una de las cadenas o formaciones después de reducir primero la temperatura y la presión de dicho líquido de alimentación que fluye entre efectos por evaporización instantánea a la temperatura y presión de ebullición del efecto siguiente termodinámicamente inferior en dicha planta; se pone el vapor
- 25.
- 30.



5. resultante en relación de intercambio térmico con la solución de alimentación dentro del efecto siguiente inferior de dicha planta, para evaporar una parte de dicha solución de alimentación o combinar dicho vapor resultante con vapor producido por evaporización de solución de alimentación dentro del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta, reduciendo la temperatura y presión del líquido de alimentación restante sin evaporar, a la temperatura y presión del efecto inferior siguiente de dicha cadena o formación, antes o después de su introducción en la región de evaporización de dicho efecto siguiente inferior.

10. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizadas porque el vapor producido en la cámara de evaporación de por lo menos algunos de los efectos se transfiere al efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta con el fin de evaporar por lo menos una parte del líquido de alimentación que fluye a través de dicho efecto.

15. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizadas porque el producto líquido producido por condensación del vapor generado por evaporización del líquido de alimentación por lo menos en algunos de los efectos se transfiere a la región colectora de producto del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta.

20. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizadas porque dicho producto líquido producido por condensación de vapor generado por evaporación líquido de alimentación por lo menos en algunos de los efectos, se evapora a la temperatura y presión de ebullición del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta; porque el líquido producto restante sin evaporar se transfiere a la re-
25. 30.



- gión colectora de producto de dicho efecto siguiente inferior y el vapor del producto así generado se transfiere a dicho efecto siguiente inferior y se pone en relación de intercambio térmico con el líquido de alimentación en dicho efecto con el fin de evaporar por lo menos una parte del líquido de alimentación que fluye a través de dicho efecto.
- 5.
- 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizadas porque por lo menos el vapor de un efecto producido por evaporación de líquido de alimentación se pone en relación de intercambio térmico con el líquido entrante para calentar dicho líquido de alimentación antes de su introducción en el efecto superior de dicha cadena o formación vertical.
- 10.
- 14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizadas porque el líquido de alimentación restante sin evaporar en el efecto inferior de cada cadena o formación vertical distinta al efecto más inferior de dicha planta y el vapor producido por evaporación de líquido de alimentación dentro del efecto más inferior de dicha planta se condensa en forma líquida al ponerse en una relación de intercambio térmico con un fluido refrigerante.
- 15.
- 20.
- 15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizadas porque por lo menos una parte de dicho fluido refrigerante está compuesto por líquido de alimentación entrante antes de introducirse en el efecto superior de una o más de dichas cadenas o formaciones verticales.
- 25.
- 16.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores caracterizadas porque para evaporar una solución de alimentación comprende el: dividir las solución de alimentación en tantas corrientes como cadenas o formaciones
- 30.

407737²⁷ -



- verticales separadas existan y permitir que la corriente de alimentación fluya por gravedad desde el efecto superior hasta el efecto inferior en cada una de dichas cadenas o formaciones verticales; evaporar una parte de la corriente de alimentación dentro de cada efecto de dicha planta al poner dicha solución de alimentación en relación de intercambio térmico con vapor de agua caliente para producir vapor como producto y calentar simultáneamente dicha solución de alimentación y condensar por lo menos una parte de dicho vapor de agua; reducir la temperatura y presión de dicha solución de alimentación que fluye por lo menos entre algunos efectos por evaporación a la temperatura y presión de ebullición del efecto siguiente termodinámicamente inferior de dicha planta; transferir el vapor resultante al efecto inferior siguiente de dicha cadena o formación vertical y poner por lo menos parte de dicho vapor en relación de intercambio térmico con dicha solución de alimentación que fluye a través de dicho efecto y permitir que la parte sin evaporar de dicha solución de alimentación fluya en la región de evaporación del efecto siguiente inferior en la misma cadena o formación vertical; transferir producido por la evaporación de solución de alimentación de efecto a efecto con el fin de reducir la temperatura y presión de ebullición y poner dicho vapor en relación de intercambio térmico con solución de alimentación que fluye a través de dichos efectos; poner solución de alimentación entrante en relación de intercambio térmico con el vapor presente por lo menos en algunos de los efectos con el fin de aumentar la temperatura para aumentar la temperatura de dicha solución de alimentación antes de su introducción en el efecto superior de cada cadena o formación vertical; acumular y
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.





5.

transferir vapor sin condensar y condensado resultante de dicho vapor que se pone en relación de intercambio térmico con solución de alimentación, de efecto a efecto con el fin de reducir la temperatura y presión de ebullición; recoger vapor y condensado desde el efecto inferior de dicha planta y ponerlos en relación de intercambio térmico con un fluido refrigerante para obtener producto líquido.

10.

17.- Perfeccionamientos en la construcción de plantas de destilación de efectos múltiples verticales de bajo perfil, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

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

18 OCT. 1972

Madrid

UNIVERSAL DESALTING CORPORATION

J. GOMEZ ACEBO Y MUDET
P. P. Firmado: L. Goate Fernández

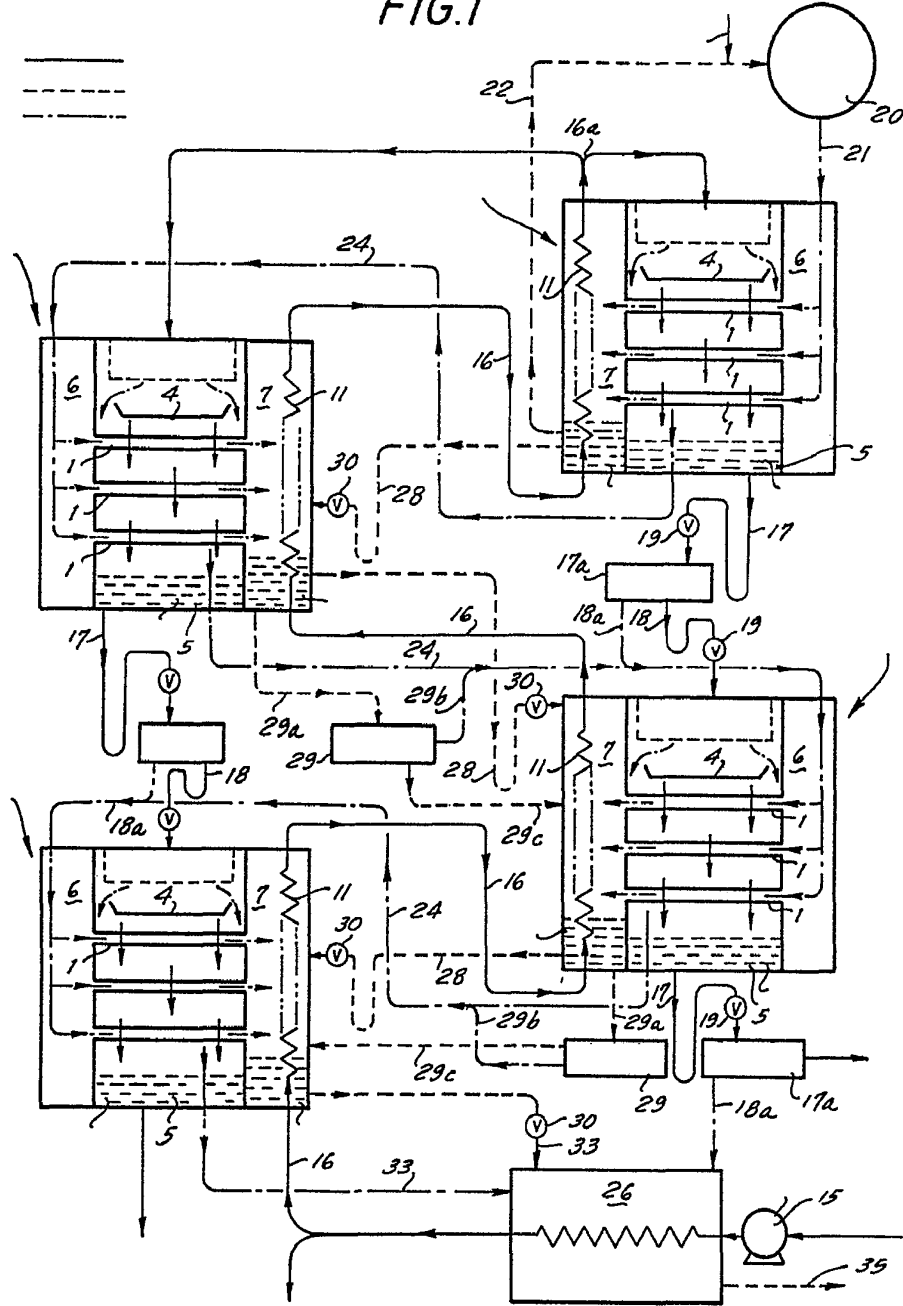
407737

18 OCT. 1972



ESCALA VARIABLE

FIG. 1



18 OCT. 1972

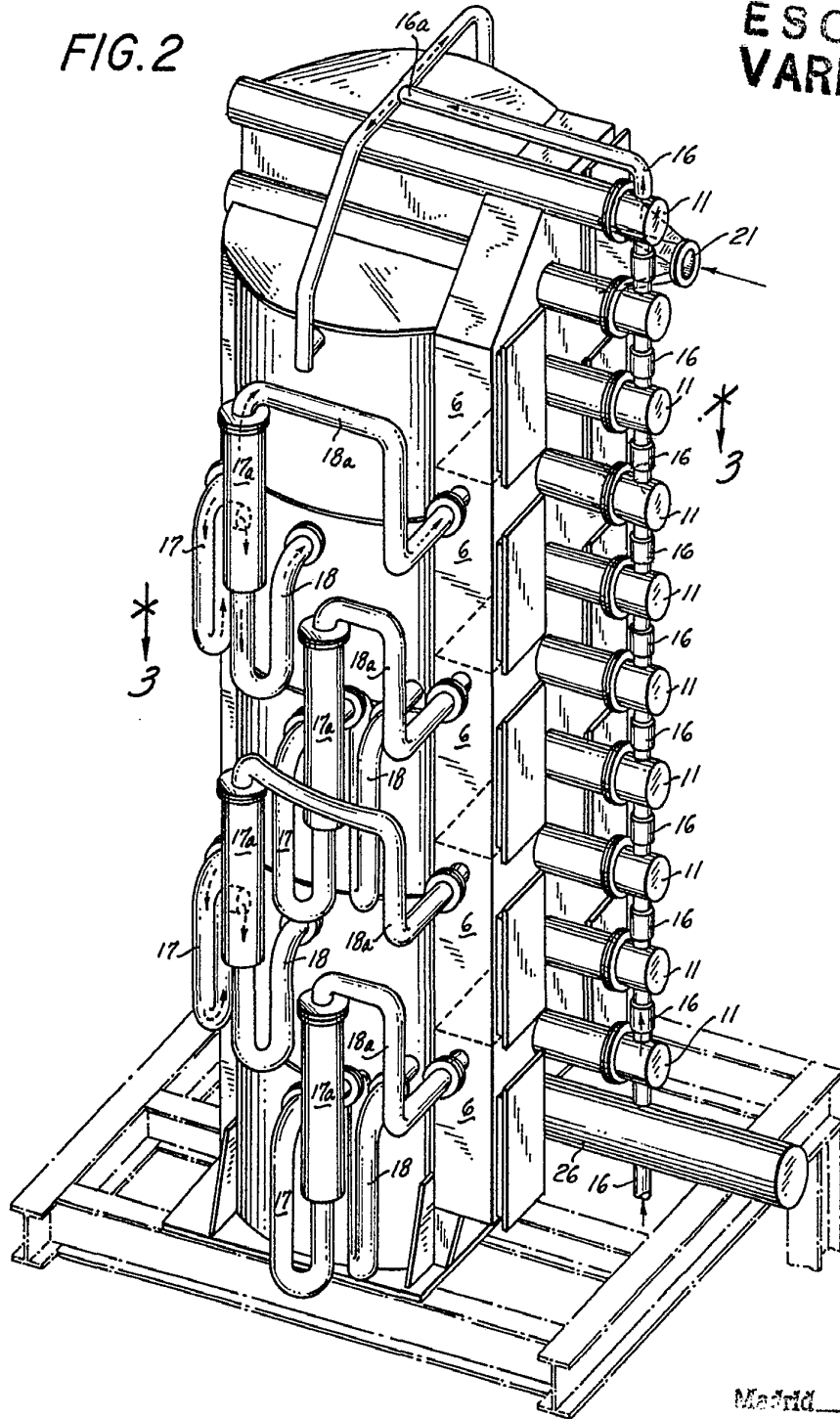
I. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. p. Firmados: L. Gomez Fernández

407737

18 OCT 1972

FIG. 2

ESCALA VARIABLE



18 OCT. 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MDDIET
p. p. Firmado: L. Goeta Ferrández

407737



FIG. 3

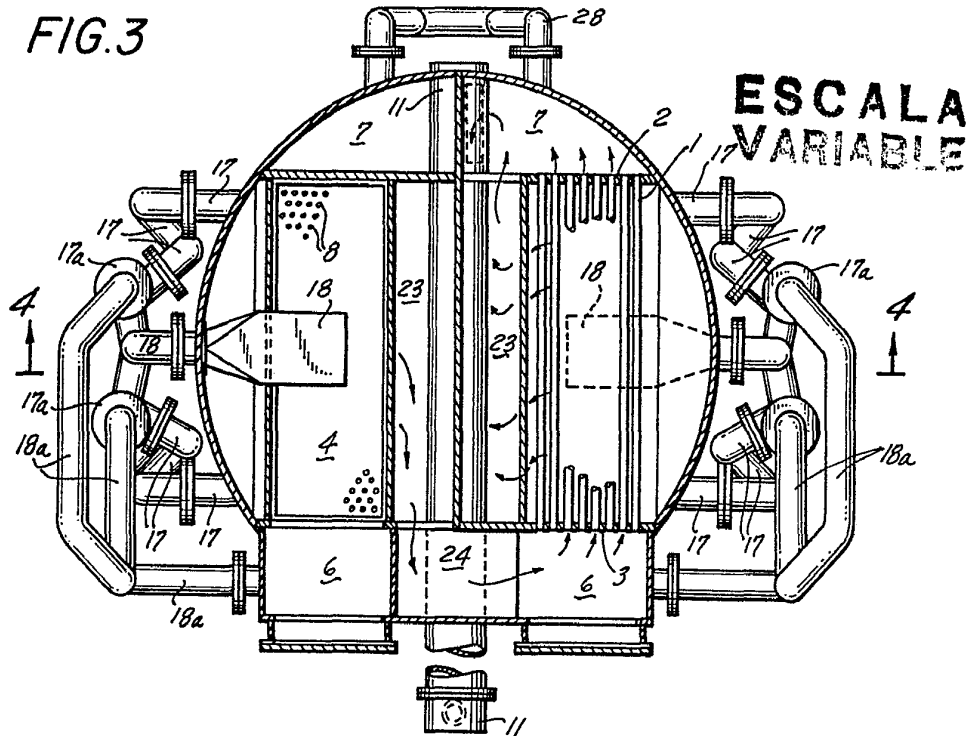
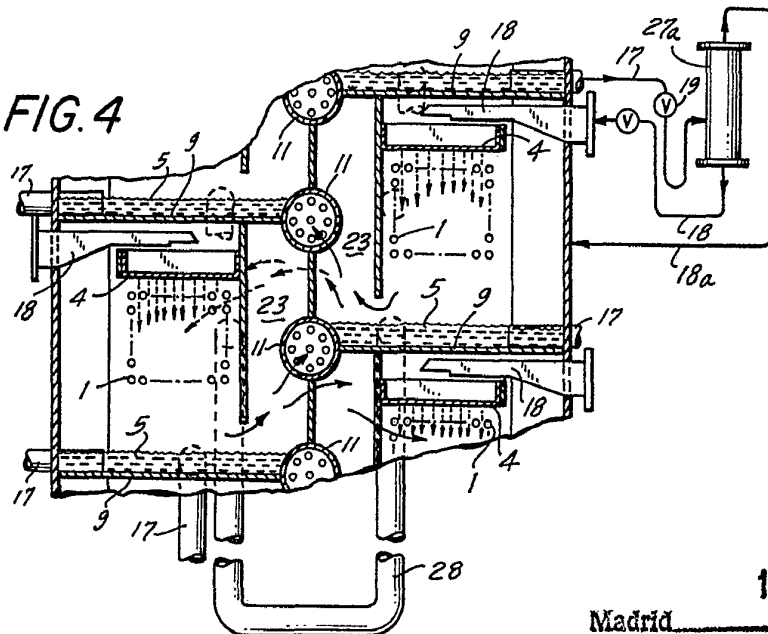


FIG. 4



18 OCT. 1972

Madrid

S. GÓMEZ ACEBO Y CAJAL
P. Firmado: L. Ceato Fernández

Ceato Fernández