



P.- 61.750
72/138 f - Div.

442040
CO2B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER
HAFTUNG

entidad alemana

con domicilio en Altendorfer Strasse 103, D-43 Essen,
República Federal Alemana

Por: "UN DISPOSITIVO PARA LA PRODUCCION DE UN DESTILADO
A PARTIR DE AGUA CRUDA, EN ESPECIAL DE AGUA DE MAR
O DE AGUA SALOBRE"
(Clase Internacional CO2b)

8.11.75



El invento se refiere a un procedimiento y a un equipo para la producción de un destilado a partir de aguas crudas, en especial a partir de agua de mar o de agua salobre, en un evaporador de expansión de etapas múltiples, en el cual el agua cruda alimentada, calentada inicialmente en los condensadores, es evaporada parcialmente en una pluralidad de etapas de expansión, el agua cruda evaporada siendo licuada en condensadores asociados a cada etapa de expansión y recogida en cubetas colocadas debajo, estando previstos medios para la aspiración y la evacuación de los gases non-condensables así como un dispositivo para la aportación de energía adicional.

Ya es conocida la evaporación por expansión en etapas múltiples para desalar agua de mar o agua salobre. Las instalaciones que trabajan de acuerdo con este principio se han acreditado bien en la práctica desde hace años. La demanda de energía de tales instalaciones, usualmente, se encuentra entre 120 y 50 Kcal/Kg de destilado, sin tener en cuenta la energía necesaria para el accionamiento de las bombas. La demanda específica de calor relativamente pequeña, según hemos citado en último lugar, requiere ya una instalación con un gran número de etapas. La disminución adicional de la demanda específica de calor que va ligada a un fuerte



aumento de los gastos de inversión, parecería tener sentido solamente si el coste de la energía térmica necesaria fuera muy elevado.

Se conoce también la compresión de los vahos que, sin embargo, hasta ahora sólo se ha empleado en las instalaciones pequeñas. La demanda de energía de una instalación de evaporación que trabaja de acuerdo con este principio queda sustancialmente inferior a la demanda de energía de una instalación de evaporación por expansión. Usualmente, las instalaciones de compresión de los vahos se construyen con consumos específicos de calor de aproximadamente 15 Kcal/Kg de destilado. La demanda específica de calor de tal instalación de evaporación es reducida cuando aumenta la temperatura de trabajo. Un aumento de la temperatura de trabajo necesita sin embargo un precalentamiento del agua cruda alimentada por encima de una elevada zona de temperaturas y, condicionado por ello, un cambiador de calor más grande. Estos cambiadores de calor, que sirven para enfriar el destilado producido, así como el agua cruda concentrada, con precalentamiento simultáneo del agua cruda alimentada, se realizan usualmente como cambiadores de calor de tubos o de placas, de tipo convencional.

Se emplean también evaporadores de tubos verticales, en los cuales la evaporación del agua cruda



tiene lugar junto a una superficie de calentamiento,
por ejemplo, haces de tubos calentados.

El problema que se propone resolver el presente invento es disminuir los costes de producción del destilado y mejorar la seguridad del funcionamiento.

Este problema es resuelto de acuerdo con el invento por el hecho de que en los condensadores del evaporador de expansión se toma agua cruda precalentada y se lo alimenta a uno o más evaporadores de tubos verticales, siendo el agua evaporada en parte por la aportación de calor, que los vahos del evaporador de tubos verticales son llevados por medio de un compresor a un nivel de temperatura superior y alimentado al evaporador de tubos verticales como medio de calentamiento que transmite su calor de evaporación al agua cruda que deberá ser evaporada en el evaporador de tubos verticales; luego, en forma de destilado, es alimentado al evaporador de expansión y transmite una parte de su calor de licuación por expansión gradual en las distintas etapas al agua cruda a calentar en los condensadores; porque el agua cruda ligeramente concentrada en el evaporador de tubos verticales, después de recorrer una vez el sistema de caldeo, es tomada de la cámara superior de líquido del evaporador de paso y ali-



mentada a la cámara de la salmuera de la primera etapa y, a continuación, a las etapas siguientes del evaporador de expansión, evaporada parcialmente de modo conocido por expansión en las distintas etapas transmite su calor de evaporación, por condensación del vapor producido en las distintas etapas, al agua cruda a calentar; porque el destilado es recogido en las cubetas de destilado de las etapas individuales, se mezcla con el destilado procedente del evaporador de tubos verticales y es descargado en la última etapa de expansión.

Es muy útil para la realización del procedimiento, el compresor consiste en un eyector de agua caliente y una bomba de agua motriz para el eyector.

Ha demostrado ser conveniente elegir para toda la aportación de calor un cambiador de calor previsto entre la salida de la bomba de agua motriz para el eyector y el eyector de agua caliente. Además, se ha visto que, sobre todo en casos especiales, resulta necesario intercalar un cambiador de calor en una tubería entre la salida de agua cruda del evaporador de expansión, y la entrada de agua cruda en el evaporador de tubos verticales.

Otros detalles del invento resaltarán de la siguiente descripción y de los ejemplos de ejecución representados en los dibujos, mostrando:



la figura 1, una forma esquemática de ejecución, en la cual la instalación de evaporación por expansión trabaja según el principio de recirculación de la salmuera;

5 la figura 2, una forma esquemática de ejecución, en la cual la instalación de evaporación por expansión trabaja según el principio de paso único y

 la figura 3, una forma esquemática de ejecución, en la cual la superficie de caldeo necesaria de la instalación de compresión de los vahos está dividida, en cuanto a sus aparatos, en dos partes.

La figura 1 muestra en un ejemplo un evaporador de expansión 1 de etapas múltiples que contiene cinco cámaras de expansión.

15 La instalación de evaporación por expansión funciona en este ejemplo según el principio de recirculación de la salmuera. La bomba 2 de recirculación de la salmuera aspira la salmuera desde la última etapa del evaporador de expansión 1 y la impulsa a través de
20 condensadores que están dispuestos en la parte superior de las distintas etapas de expansión del evaporador de expansión 1. La salmuera se calienta entonces etapa por etapa por el vapor que se condensa y a continuación entra a través de una tubería 3 en la instalación 4 de
25 compresión de vahos que, en este ejemplo, está construida

como evaporador de tubos verticales. El evaporador de tubos verticales 4 consiste en un haz de tubos vertical 5, una cámara de vapor 6 que rodea al haz de tubos vertical 5, una cámara inferior de agua de entrada, 7, así como en una cámara de vahos 8 y un separador de humedad 9 que se encuentra en ella. El agua cruda entra aproximadamente con la temperatura de ebullición en la cámara inferior 7 de agua de entrada. Esta cuida de una distribución uniforme de la corriente de agua sobre todo el haz de tubos 5. El agua cruda circula a través del haz de tubos 5 dispuesto verticalmente y es calentada primero, por el vapor que se encuentra en la cámara de vapor 6, a la temperatura de ebullición. Por aportación adicional de valor se evapora una parte de este agua cruda, de modo que, al salir del haz de tubos 5, entra una mezcla de agua y vapor en la cámara de vahos 8 del evaporador de tubos verticales 4. Gracias a una disposición apropiada de chapas deflectoras, es separada esta mezcla de agua y vapor. El agua cruda algo más concentrada por la evaporación parcial circula por la tubería 10 a la primera cámara de expansión del evaporador de expansión 1. Los vahos producidos en el evaporador de tubos verticales 4 atraviesan primero un separador de agua 9 para la retención de gotitas de agua eventualmente arrastradas y circulan luego por una



tubería de aspiración 11 al eyector 12 de agua caliente.

El agua motriz calentada entra por la tubería 13 en el eyector 12 de agua caliente. En una tobera del eyector 12 de agua caliente, la energía del agua motriz es convertida en energía cinética, evaporándose una parte del agua motriz caliente, de modo que de la tobera sale una mezcla de agua y vapor a gran velocidad. Los vahos aspirados por la tubería de aspiración 11, se mezclan en el tubo de mezcla del eyector de agua caliente 12 con el agua motriz, ajustándose una velocidad media de la mezcla. En el difusor del eyector 12 de agua caliente tiene lugar un retardo de la velocidad de la mezcla, con aumento de la presión. La mezcla comprimida, consistente todavía en agua motriz y vapor, entra por la tubería 14 en un recipiente de separación 15. El agua y el vapor son separados aquí. Todo el vapor circula por la tubería 16 a la cámara de vapor 6 del evaporador de tubos verticales 4 y sirve allí como medio de calentamiento para el agua cruda que entra en el evaporador de paso 4. El vapor transmite su calor de evaporación al agua cruda en el interior del sistema de tubos 5 y se condensa. Una parte del destilado que se produce circula por la tubería 20 a la bomba 18 de agua motriz para el eyector. Otra corriente de agua, a saber, el agua restante del recipiente de separación 15, circula por la tube-

14 NOV 1957



ría 17 igualmente a esta bomba 18 de agua motriz para el eyector. La suma de estas dos corrientes de agua corresponde a su vez a la corriente de agua motriz que entró antes en el eyector 12 de agua caliente. La

5 bomba 18 de agua motriz para el eyector cuida del necesario aumento de la presión de la corriente de agua motriz. A continuación, esta corriente de agua motriz atraviesa un cambiador de calor 19, en el cual se lleva a cabo toda la aportación de calor para la instala-

10 ción de evaporación. Este cambiador de calor 19 está hecho, con preferencia, como cambiador del tipo con haz de tubos.

Dependiendo del rendimiento del eyector 12 de agua caliente, una proporción mayor o menor de la

15 corriente de agua motriz debe evaporarse en la tobera para comprimir los vahos. De este modo, por la tubería 16 circula una corriente de vapor mayor que la aspirada por la tubería de aspiración 11 por el eyector 12 de agua caliente. El calor de condensación de

20 esta cantidad de vapor en exceso, sin embargo, se necesita por otra parte para calentar el agua cruda que entra por la tubería 3, desde la temperatura de entrada hasta la de ebullición. Una parte del condensado de vapor de caldeo que se obtiene en la cámara

25 de vapor 6 circula, como ya hemos dicho, por la tube-



ría 20 a la bomba 18 de agua motriz para el eyector.
La parte restante de este condensado de vapor de caldeo
circula correspondientemente a la cantidad de vahos
aspirada por la tubería de aspiración 11, como desti-
5 lado, por la tubería 21, a la cubeta de destilado de
la primera etapa del evaporador de expansión 1.

En paralelo con el agua cruda concentrada que
entra por la tubería 10, el destilado circula ahora por
el evaporador de expansión 1. Debido al proceso de ex-
10 pansión que se repite de una etapa a otra, se evapora
otra proporción del agua cruda concentrada, con lo cual
se produce otra cantidad adicional de destilado. El
destilado total producido, o sea, el destilado producido
en el evaporador de expansión 1 así como en el evapora-
15 dor de tubos verticales 4, es extraído de la última eta-
pa del evaporador de expansión 1 con ayuda de una bomba.
Igualmente, una parte de la salmuera fuertemente concen-
trada, es descargada de la cámara de salmuera de esta
etapa, y una cantidad correspondiente de agua de mar
20 nueva es alimentada a esta etapa, para restablecer la
concentración inicial en el sistema de recirculación.

Una combinación de aparatos "Evaporador de Ex-
pansión" y "Compresor de Vahos", usando un eyector de
agua caliente, puede ser fabricada mucho más barata que
25 un evaporador de expansión usual de un rendimiento idé-

74 NOV 1973

tico y con la misma demanda específica de calor.

La óptima subdivisión de la producción de destilado entre la instalación de evaporación por expansión y la instalación por compresión de vahos puede determinarse por medio de un cálculo de optimización. Al aumentar la proporción de destilado que va a la instalación por compresión de vahos, se disminuye la cantidad de agua cruda que ha de circular por la instalación de evaporación por expansión. Se llega entonces finalmente a un punto en el cual una instalación de evaporación por expansión con recirculación de la salmuera no aporta ya ventajas importantes. En este caso, la instalación de evaporación por expansión se realizará como evaporador para un solo paso del agua cruda.

La figura 2 demuestra esquemáticamente un ejemplo de realización de tal instalación. El evaporador de expansión consiste en este caso solamente en un número de cámaras de expansión, de las cuales una está colocada al lado de la otra, con los condensadores de vahos correspondientes, sin la subdivisión anterior del cuerpo del evaporador en la sección recuperadora de calor y la sección reyectora de calor. La bomba de agua cruda no. 2 impele en este caso el agua cruda de concentración normal por los condensadores colocados uno por debajo del otro en la instalación de evaporación por expansión no. 1.



y a continuación en la cámara de entrada de agua no. 7 de la instalación por compresión de vahos. Aquí evapora una parte de este agua cruda, lo que resulta en un aumento considerable de la concentración del agua cruda restante. Este agua cruda restante pasa luego, como descrito arriba, por la tubería no. 10 en la primera cámara de expansión de la instalación de evaporación por expansión 1. Debido a la evaporación por expansión en esta instalación, la concentración del agua cruda aumenta de una etapa a otra hasta que se alcance en la última etapa la concentración máxima permisible.

Al aumentar la producción de destilado en la instalación por compresión de vahos, se aumenta también la proporción de la superficie de caldeo de este evaporador, en lo cual la cantidad de calor necesaria para el precalentamiento del agua cruda a la temperatura de ebullición es transferida. Puede ser útil subdividir la superficie total de caldeo de la instalación de evaporación por compresión de vahos en dos distintas secciones. El agua cruda, previamente calentada en la instalación de evaporación por expansión entra por la tubería 3 en un cambiador de calor de tubos 22, donde es calentada aproximadamente hasta la temperatura de ebullición de la instalación de compresión de los vahos y circula luego por la continuación de la tubería 3 en la cámara de entra-



da da del agua de la instalación 4 de compresión de
los vahos, donde se realiza la evaporación de una
parte de este agua cruda. La figura 3 muestra esque-
máticamente un ejemplo de realización de esta combi-
nación de instalaciones.

Otra variante prevé la ejecución de la ins-
talación de compresión de los vahos como aparato de
dos o más etapas. Entonces, los vahos producidos en la
primera etapa, es decir, la etapa que trabaja con la
temperatura más alta, sirve para calentar la etapa si-
guiente. Desde la etapa que trabaja con la temperatu-
ra más baja se evacuan los vahos con ayuda de un eyéc-
tor 12 de agua caliente y se comprimen a la presión
de saturación del sistema de vapor de caldeo de la pri-
mera etapa.

Esta solicitud que corresponde a la presen-
tada en República Federal Alemana, el 26 de Julio de
1.972, bajo el Número P 22 36 519.1, se acoge a los
beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre
Propiedad Industrial.

25
18.8.73



REIVINDICACIONES

5

10 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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15 1ª.- Un dispositivo para la producción de un destilado a partir de agua cruda, en especial de agua de mar o de agua salobre, en un evaporador de expansión de etapas múltiples, en el cual el agua cruda alimenta-
da, calentada inicialmente en los condensadores, es eva-
porada en parte gradualmente en una pluralidad de etapas
de expansión, el agua cruda evaporada es licuada en con-
densadores asociados a cada etapa de expansión y es re-
20 cogida en cubetas colocadas debajo, estando previstos medios para la aspiración y la evacuación de los gases non-condensables así como un dispositivo para la aporta-
ción de energía adicional, caracterizado porque comprende
un compresor de calor que consiste en un eyector de agua
25 caliente y una bomba de agua motriz para el eyector.

8.11.75

ME



2ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque entre la salida de la bomba de agua motriz para el eyector y el eyector de agua caliente está previsto un cambiador de calor.

5 3ª.- Un dispositivo según la reivindicación 2ª, caracterizado porque en una tubería, entre la salida de agua cruda del evaporador por expansión y la entrada de agua cruda en un evaporador de tubos verticales (4), está instalado un cambiador de calor.

10 4ª.- Un dispositivo para la producción de un destilado a partir de agua cruda, en especial de agua de mar o de agua salobre.

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

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

Madrid,

14 NOV. 1975

P.A.

20

Alberto de Elzaburu

Por Poder.

8.11.75
ACM.

ME

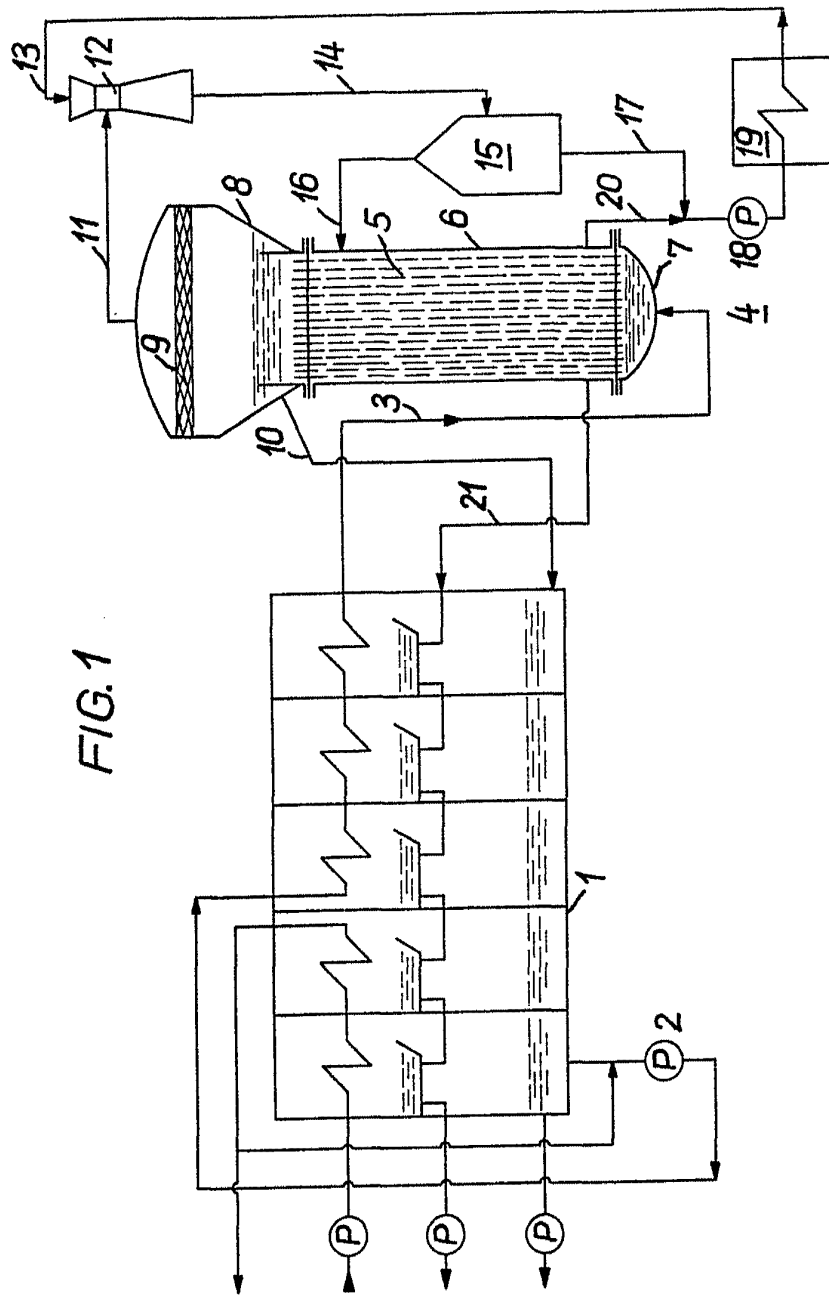
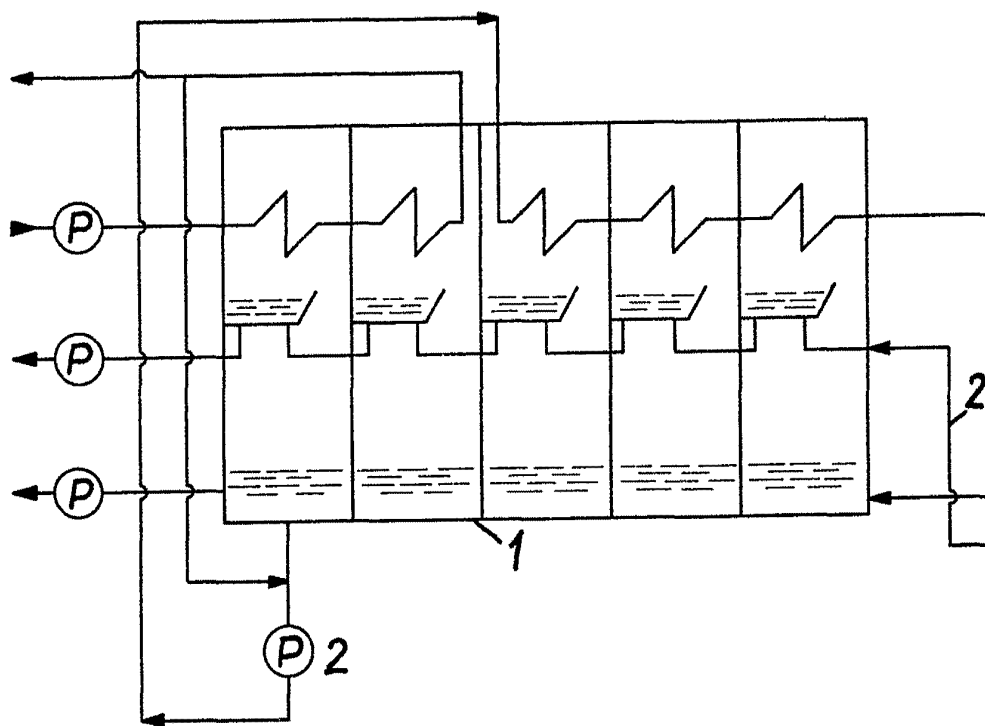


FIG. 1

FIG. 1





6 275

19003

19003

19003

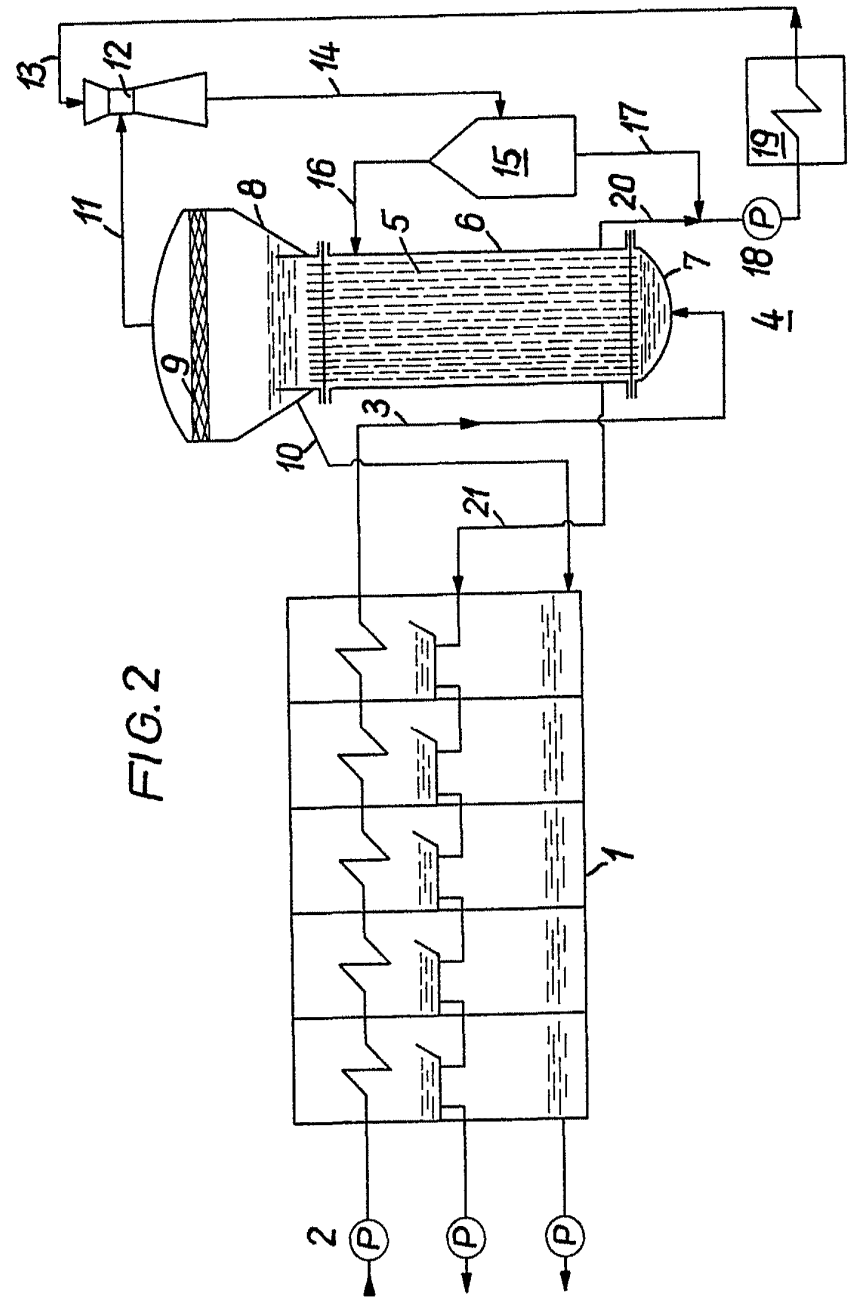
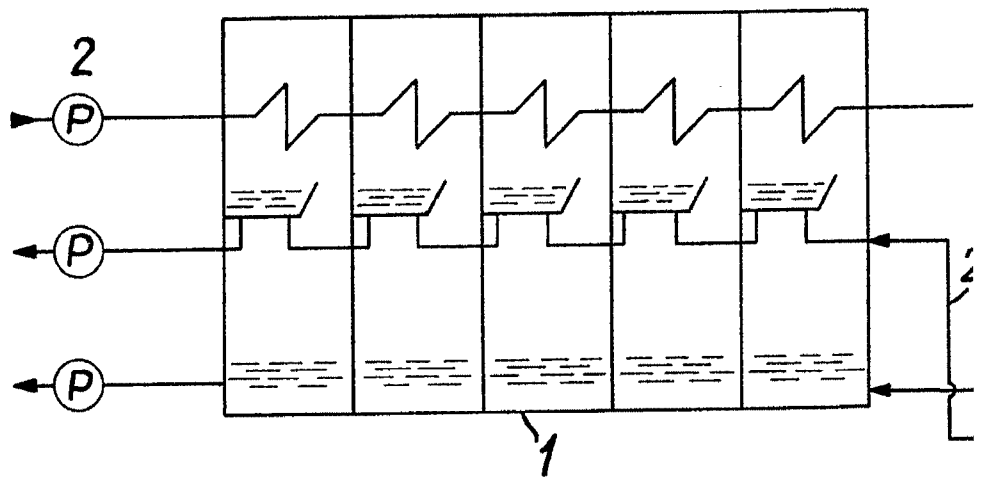
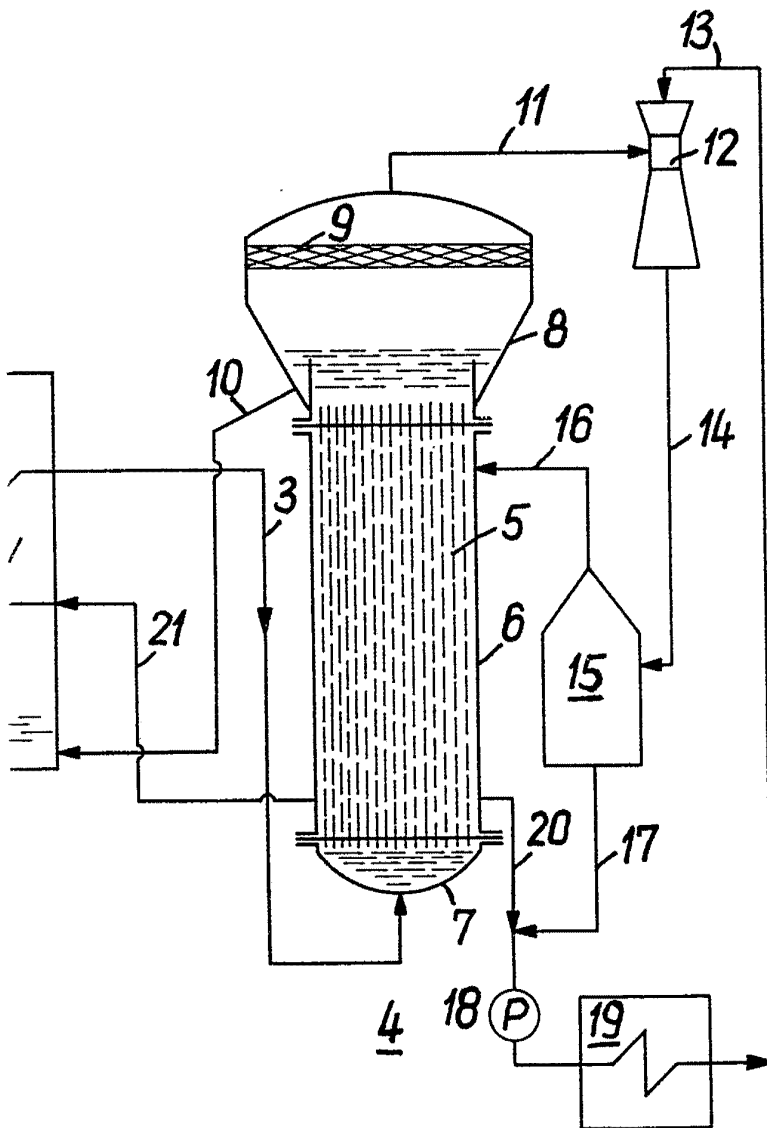


FIG. 2

19003
19003
19003

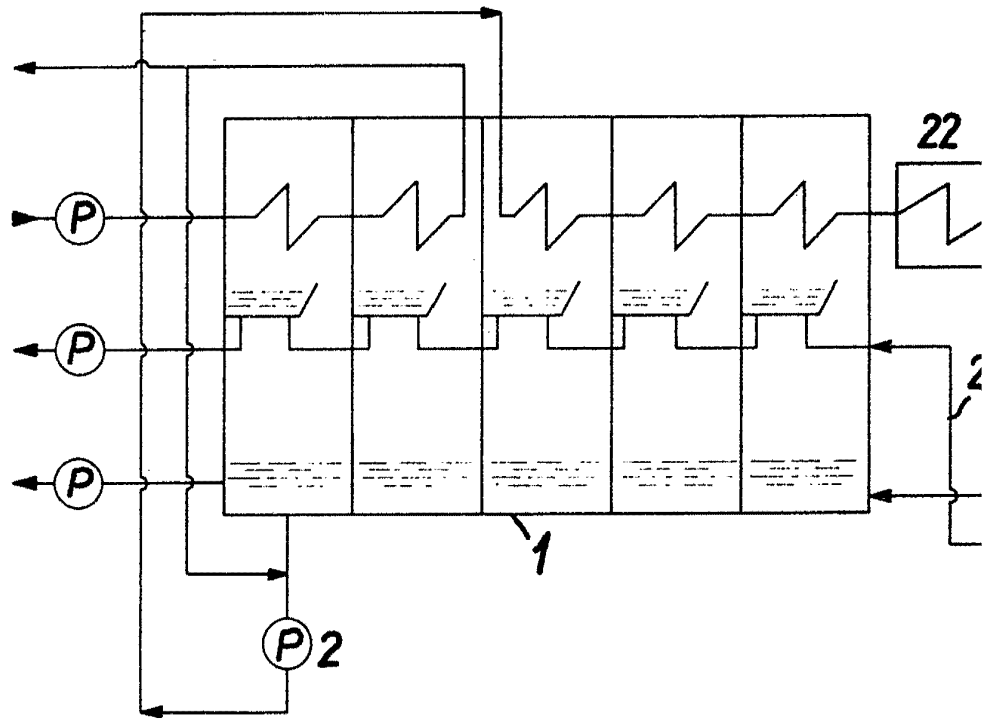
FIG. 2

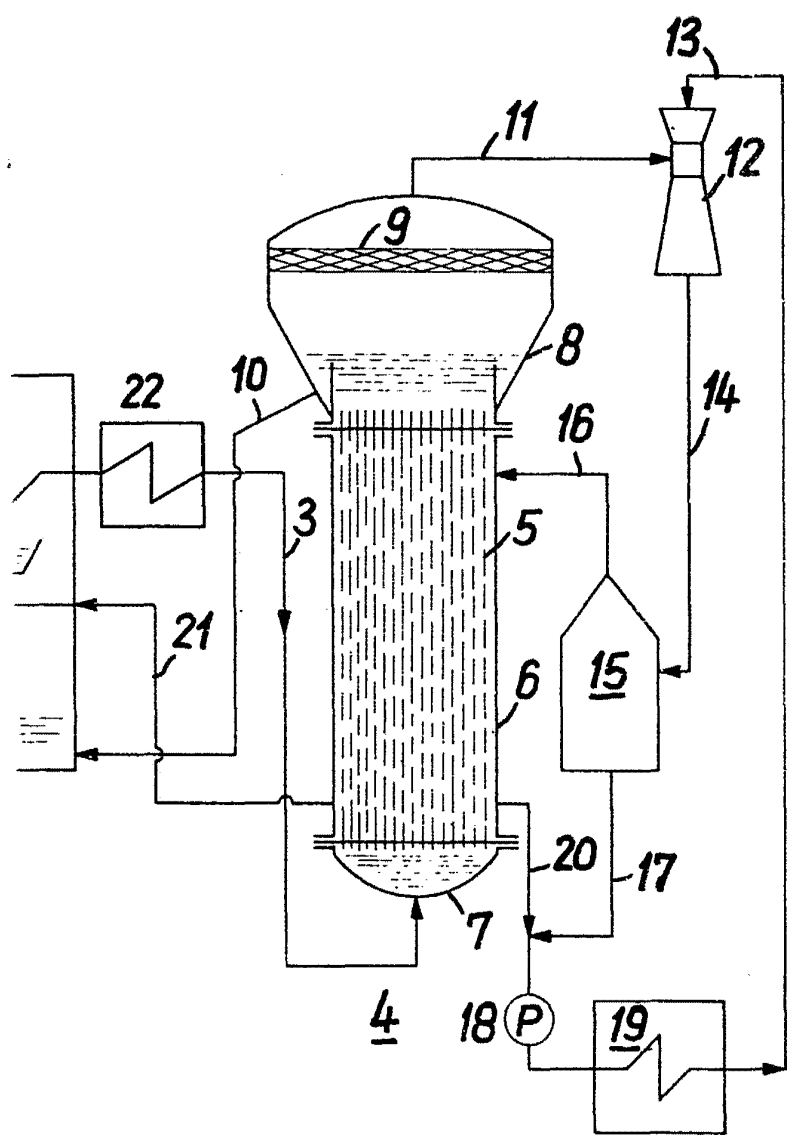




A. BERNHARDT & CO. BREMEN
The Patent
Bernhardt

FIG. 3





Alberto de Elizaburu
Per Papeles