

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



20 NOV. 1978

Concedido el registro de acuerdo  
con los datos que figuran en la pre-  
sente descripción y según el con-  
tenido de la Memoria adjunta.

NUMERO	464051	(10) A 1
FECHA DE PRESENTACION	11-11-77	

Case WG 36 A+WG 36B

**PATENTE DE INVENCION**

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
69710 A/76	12 Noviembre 1976	Italia
67229 A/77	3 Febrero 1977	Italia

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	BOLD	

(64) TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO PARA SEPARAR CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S Y OTRAS IMPUREZAS DE MEZCLAS GASEOSAS"

(71) SOLICITANTE (S)

D. Giuseppe GIAMMARCO  
D. Paolo GIAMMARCO

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

San Marco 3242, Palazzo Morolin, Venice (Italia)

(72) INVENTOR (ES)

los propios peticionarios

(73) TITULAR (ES)

D. Giuseppe GIAMMARCO  
D. Paolo GIAMMARCO

(74) REPRESENTANTE

D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. El presente invento se refiere a un procedimiento para la separación de las impurezas gaseosas contenidas en una mezcla gaseosa y especialmente a un procedimiento para la separación de CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S y/o impurezas similares, en instalaciones en donde se utilizan calderas para producir vapor y aparatos para el desgaseado y purificación térmica del agua alimentada a la caldera y en donde las aguas de condensación obtenidas en dichas instalaciones se purifican con fines ecológicos.

10. Como se sabe la separación del CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y similares se efectúa utilizando soluciones absorbentes de naturaleza química apropiada, tal como soluciones de etanolamina (MEA, DEA y similares) con la posible adición de soluciones inhibidoras de la corrosión de carbonatos de metal alcalino, solas o activadas con la adición de AS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, glicina u otros aminoácidos, o activadas también mediante la adición de etanolamina o de ácido bórico, selenio, telurio y similares. Se sabe, asimismo, que la separación de H<sub>2</sub>S puede efectuarse también utilizando soluciones de fosfato tripotásico, o también soluciones comercializadas bajo las marcas ADIP, SULFINOL, ALKAZID y similares. El procedimiento antes indicado para la separación de impurezas está constituido por un ciclo que incluye una etapa de absorción y una etapa de regeneración; es esta última se regenera la solución absorbente a temperatura elevada por medio de calor suministrado desde el exterior. Este calor se suministra por lo menos en parte por la mezcla gaseosa que ha de purificarse (gas de proceso); este calor se lleva a la solución pasando la mezcla gaseosa a través del llamado "rehervidor", dispuesto en el fondo de la columna de rege-

15.

20.

25.

30.

neración, tal como se conoce en el arte.

Además, se sabe que el procedimiento antes citado se utiliza en instalaciones para la producción de hidrógeno,  $\text{NH}_3$ , metanol, así como para la hidrogenación, oxo-síntesis y similares, en donde se utilizan también instalaciones de reformado, instalaciones de combustión parcial u otras instalaciones para gasificación, y por último, instalaciones para conversión de CO. Las instalaciones antes citadas consumen notables cantidades de vapor producido por calderas apropiadas, conectadas, tal como se ha indicado antes, con aparatos para desgasificar y purificar el agua de alimentación hervida.

Por último, se sabe que las aguas alimentadas a la caldera se someten, por lo general, a un tratamiento químico preliminar y luego a un tratamiento con vapor en un aparato desgasificador para separar el  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  presente en dichas aguas; luego el citado vapor se condensa en la mayor parte en la columna para calentar el agua, utilizando así una cantidad del vapor como calor de integración que es conducido a la caldera.

Se conoce también que las aguas de condensación del aparato para la separación de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ , especialmente el condensado obtenido del rehervidor y similar y también parte de las aguas de condensación de los refrigeradores para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ , se tratan por separado para separar las impurezas tal como  $\text{NH}_3$ , metanol, aminas,  $\text{CO}_2$  y similares, debido a que la descarga de dichas impurezas al exterior conduciría a considerables problemas ecológicos y se combinan, por lo general, con las aguas procedentes del tratamiento químico, y el conjunto se envía al aparato desgasificador para la separación subsiguiente de  $\text{CO}_2$  y

O<sub>2</sub>, tal como se ha indicado antes.

5. El Objeto del presente invento es el de reducir intensamente el consumo de calor en el proceso de separación de CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S, y también el calor suministrado al aparato para desgasificar y purificar las aguas de alimentación a la caldera y el calor requerido para la purificación ecológica de las aguas descargadas al exterior.

10. Este objeto se obtiene disponiendo en serie, con respecto al circuito gaseoso, el aparato para la purificación de las aguas de alimentación a la caldera y también en serie con la columna de regeneración del aparato para separar el CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S y suministrando el vapor requerido para la purificación de las aguas, al primer dispositivo (o columna) de la serie, a continuación a los otros y por  
15. último a la columna de regeneración para CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S; por consiguiente el vapor es utilizado varias veces. La disminución en el consumo de calor se obtiene también precalentando las aguas alimentadas a la caldera antes citadas a una temperatura próxima a la temperatura de ebullición de  
20. la solución absorbente a la presión de la columna de regeneración del aparato para separar CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S, por medio de los calores residuales de dicho aparato.

25. Los calores residual citados, obtenidos a baja temperatura y que ya no son utilizables para la regeneración, sustituyen el vapor para el calentamiento de las aguas durante su desgasificación y purificación, permitiendo por tanto la disponibilidad de dicho vapor. Este se suministra, merced a su temperatura superior, a la columna de regeneración y se utiliza en ésta. Esto se deriva de que  
30. el vapor suministrado en cantidades requeridas para la disociación de las impurezas deja de consumirse para el

calentamiento de las aguas y de este modo se recupera con exceso térmico en la cabeza de las columnas de desgasificación y purificación. El citado vapor se extrae de éstas y se suministra a la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  en donde se utiliza otra vez.

5. La recuperación y reuso de los calores residuales antes citados permite que el consumo de calor para el proceso de separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  se reduzca en alrededor de  $200-230 \text{ KCal/m}^3$  de  $\text{CO}_2$  (con referencia a un aparato de 2 fases, 28 Atm., con una solución actividad con glicina).
10. Una disminución adicional y mas importante en el consumo de calor se obtiene utilizando varias veces en serie la misma cantidad de calor, especialmente cuando, en adición de la desgasificación y purificación de las aguas de alimentación a la caldera, el presente invento se aplica también a la purificación ecológica de las aguas descargadas al exterior.

15. La disminución en el consumo de calor oscila en este caso entre  $250$  y  $350 \text{ KCal/m}^3$  de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .

20. Es importante indicar aquí los conceptos y las consideraciones que son las bases del presente invento y las prescripciones que son necesarias o ventajosas para llevarlo a la práctica:
- a) en primer lugar se ha determinado, contrariamente a la opinión usual, que no es necesario un nuevo gasto para el aparato térmico para la recuperación y utilización de los calores residuales bajo discusión. Se ha descubierto, sorprendentemente, en los cálculos de diseño que las superficies de intercambio de calor de todas las instalaciones de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  permanecen inalteradas y con gran frecuencia se reducen cuando se utiliza el procedimiento del invento. Ello se debe a que el calor cedido al
- 25.
- 30.

- agua de alimentación de la caldera ya no debe dsscargarse al exterior por medio de un aparato refrigerado por aire (Como es usual), con lo que el trabajo y costo pueden reducirse de forma correspondiente; además, la disminución del calor para la regeneración conduce a una disminución del trabajo y coste del rehervidor.
- 5.
- b) En segundo lugar se ha eliminado un inconveniente del arte anterior. En efecto, no es lógico y conveniente que deba hacerse uso del vapor disponible a 130-150°C para
10. .. calentar el agua durante el desgasificado.
- Este vapor, debido a su temperatura relativamente elevada se utiliza mejor en la columna de regeneración, mientras que el calentamiento del agua de alimentación a la caldera puede efectuarse por medio del calor residual que de otro modo es inservible.
- 15.
- c) Por último, desde el punto de vista técnico, se apreciará que el calentamiento del agua como en b) debe ser tal que lleve dicha agua a una temperatura próxima a la temperatura de ebullición en la columna de regeneración, para permitir el paso del vapor de la columna de desgasificación a la columna de regeneración. Para este fin es necesario, como se reivindica en el presente invento, que los calores residuales antes citados sean recuperados y cedidos al agua gradualmente y en un orden correspondiente a sus aumentos de temperatura. Además, para obtener el grado antes
20. citado de calentamiento, se requiere - y se reivindica - elevar apropiadamente la temperatura y la cantidad de calor contenido en la solución regenerada, regulando la presión de la columna de regeneración con el fin de reducir
- 25.
- drásticamente la cantidad de vapor descargado al exterior por la cabeza de la columna y recuperar el vapor de disocia-
- 30.

ción almacenándolo en la solución regenerada.  
Esto se explicará mejor en el párrafo 6 subsiguiente.  
Esta exigencia resulta ser de importancia fundamental  
en muchos casos prácticos.

5. Los calores residuales antes citados están  
constituidos, sustancialmente, por los colores contenidos  
en las soluciones regeneradas descargadas de la columna  
de regeneración y en los vapores que salen por la cabeza  
de dicha columna y, fundamentalmente, debido a su tempe-  
ratura superior, el calor contenido en el gas de elabora-  
ción que sale del rehervidor. Pueden utilizarse también  
otros posibles calores residuales de instalaciones térmi-  
camente asociadas con las utilizadas para llevar a cabo el  
procedimiento del presente invento.
- 10.
15. 19) El procedimiento del presente invento y sus diversas  
modalidades se describirán ahora con mayor detalle,  
haciendo referencia a la figura 1, en donde se representa  
el dispositivo mas usual para el desgaseado de las aguas  
de alimentación a la caldera, con referencia a la figura  
20. 2 en donde se representan los diversos dispositivos para  
purificar el agua de condensación obtenida en el procedi-  
miento, a las figuras 3 y 4 en donde se utiliza un dispo-  
sitivo que incluye un eyector y respectivamente un dis-  
positivo con una columna doble de regeneración y a las  
25. figuras 5 a 8 en donde se representan cuatro configuracio-  
nes distintas (2 etapas) de la columna para desgaseado  
y purificación de las aguas de alimentación a la caldera.
30. La modalidad representada en la figura 1 se  
refiere a un ciclo de purificación convencional de dos eta-  
pas, que comprende una columna A de absorción de dos eta-  
pas, y una columna B de regeneración de dos etapas y un re-

hervidor R en donde se libera el calor del gas de elaboración.

El procedimiento del presente invento se aplica como sigue:

- El agua de alimentación a la caldera procede del aparato para el tratamiento químico, en donde las aguas de condensación del procedimiento pueden tratarse también mediante purificación térmica, tal como se describirá mas adelante . El agua citada circula a través del conducto c y se precalienta por medio de la solución semi-regenerada en el dispositivo de recuperación M2 y, por la solución regenerada en el dispositivo de recuperación M1 y, eventualmente, con anterioridad en el dispositivo de recuperación M3 por medio de los vapores que salen de la columna de regeneración. También es posible utilizar los calores residuales proporcionados por otras instalaciones por medio de dispositivos de recuperación no representados en las figuras.

- El precalentamiento del agua que, como ya se ha indicado antes, se lleva a cabo gradualmente utilizando los calores residuales en el orden de sus temperaturas en aumento, se completa en el dispositivo de recuperación M4 utilizando el calor del gas de elaboración que sale del rehervidor R. De este modo el agua se lleva a una temperatura próxima a (de preferencia igual a) la temperatura de ebullición de la solución en la columna de regeneración.

- Se genera de este modo cierta cantidad de impurezas disueltas en el agua así precalentada. Estas impurezas se descargan al exterior por medio del separador G. Luego se introduce el agua por la cabeza de la columna de desgaseificación D (para la separación del aire), que, en la modalidad de la figura 1, opera a la presión de la columna de regeneración B.

El vapor de desgasificación se introduce, con dicha presión y en cantidades requeridas para la desgasificación y disociación de las impurezas presentes en el agua, en el fondo del aparato de desgasificación por medio del conducto  $h_1$ , purificándose el agua en dicho dispositivo de desgasificación. El vapor fluye hacia arriba, y estando en contacto con el agua a la misma temperatura, permanece térmicamente en su totalidad en exceso. Este vapor se descarga por la cabeza del dispositivo de desgasificación D y se suministra por medio del conducto  $h_2$  a la columna de regeneración B en donde se utiliza de nuevo.

La modalidad de la figura 2, completamente similar a la figura 1, corresponde al caso en donde el agua que ha de purificarse está constituida por los condensados del procedimiento, o sea los condensados calientes del rehervidor R y otros y los condensados fríos (fracción final) del refrigerador  $C_1$  para el  $CO_2$  y/o  $H_2S$  que sale de la columna de regeneración B.

Los citados condensados contienen impurezas tal como  $NH_3$  (600-800 ppm),  $CO_2$  (1000-2000 ppm), metanol (800-1500 ppm) y otros compuestos orgánicos.

Para hacer posible la reutilización de estas aguas como aguas de alimentación a caldera a presión elevada (110-130 atm.) dichas impurezas deben separarse prácticamente por completo. Para este fin es necesario un tratamiento muy costoso con alrededor de 200-250 Kg de vapor /  $m^3$  de agua. Además, la descarga al exterior de dichas impurezas debe llevarse a cabo cumpliendo con normas ecológicas muy estrictas.

De conformidad con el presente invento estos inconvenientes se superan como sigue:

- Las aguas de condensación antes citadas se calientan previamente a una temperatura en la proximidad de la temperatura de ebullición de la solución a la presión de la columna de regeneración B. Sin embargo, esta operación se facilita por el hecho de que dichas aguas están ya calientes (mientras que los condensados fríos deben calentarse); dichas aguas de condensación se suministran luego por medio del conducto c a la columna de purificación D que opera a una presión por lo menos igual a la de la columna B y en donde dichas aguas se tratan por medio de 200-250 kg de vapor/ $\text{m}^3$  de agua, introducido por medio del conducto  $h_1$ . Este vapor, como ya se ha expuesto en el caso de la modalidad de la figura 1, después de utilizarse para la purificación de las aguas, permanece térmicamente en su totalidad en exceso; este vapor se descarga por la cabeza de la columna D y se suministra por medio del conducto  $h_2$  a la columna de regeneración B, en donde se utiliza de nuevo. De este modo el consumo de calor requerido para la purificación de las aguas de condensación se elimina prácticamente.

20. Sin embargo, se apreciará que el vapor introducido en la columna B contiene todas las impurezas separadas de las aguas de condensación; superando ciertos límites estas impurezas pueden producir en el aparato para la separación de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  la formación de espumas en la solución de urea y una polución importante del  $\text{CO}_2$  descargado en la atmósfera y de las aguas de desecho.

30. Los inconvenientes anteriores se superan por medio de los métodos que constituyen una de las más importantes características del presente invento. Estos métodos se basan en el hecho de que las impurezas antes citadas que se acumulan en el aparato para la separación de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ ,

se separan en cantidades necesarias para evitar la obtención de concentraciones perjudiciales para el buen funcionamiento del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ , y por el contrario se reducen a valores inferiores y seguros.

5. Con referencia a la modalidad de la figura 2, se apreciará en primer lugar que en el arte normal las aguas de condensación del refrigerador C1 para el  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  que salen de la columna B, se reciclan, para reestablecer el equilibrio del agua, en la cabeza de la columna B.
10. Estas aguas, por el contrario, se extraen y suministran a la columna H, se purifican por medio de un tratamiento con una corriente de aire y otros gases que a continuación se especifican, y luego se recicla a la columna B. El circuito de estas aguas se representa con línea continua en las figuras.
15. El tratamiento se lleva a cabo, de preferencia, a temperatura elevada, por ejemplo precalentado el aire o el otro gas mediante contacto directo en la columna T con las aguas que salen a temperatura elevada de la columna D.  
Se ha descubierto que este tratamiento con aire sobre los otros gases es por lo general suficiente para separar la mayor parte de las impurezas de los condensados, hasta un valor final de alrededor 50 ppm de  $\text{NH}_3$ , tomando como una impureza de referencia.
20. El aire utilizado para dicha purificación de las aguas de condensación en la columna H puede estar constituido por una parte reducida del aire de combustión utilizado en el horno de reformado, o del aire utilizado en el reformado secundario. Como alternativa es también posible utilizar el metano utilizado en dicho reformado, o también el gas de purga obtenido en el procedimiento de síntesis. De este modo las impurezas se destruyen por completo durante el
- 25.
- 30.

reformado, solucionándose de este modo cualquier problema de polución. Resulta posible también suministrar dichas impurezas a un aparato de incineración, cuando éstas se mezclan apropiadamente con sustancias combustibles y se queman.

5. Un método similar al precedente consiste en barrer el gas de procesado de la columna L, antes de introducirlo en el absorbedor A, con una corriente de agua que separa parte de las impurezas. Esta agua se purifica luego en la columna H, de preferencia a temperatura elevada, mediante tratamiento con aire, metano u otros gases posiblemente precalentados, que se suministran luego al aparato de reformado como se ha indicado anteriormente; dicha agua se recicla luego a la columna L mediante bombeo.
10. El circuito de las aguas se representa por medio de las líneas 20 y 22 de la figura 2.
15. Es también posible utilizar otro método que comprende tratar previamente en la columna H, con aire, metano u otros gases tal como se ha indicado anteriormente, las aguas precedentes del separador S o también del refrigerador para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ , para suministrar a la columna D aguas con la menor cantidad de impurezas.
20. El citado aire, metano u otro gas se calienta previamente y se humidifica en la columna T, tal como se ha indicado anteriormente. Por lo general se obtiene una cantidad final de alrededor de 50 ppm de  $\text{NH}_2$ , tomado como una impureza de referencia. De este modo el vapor que se suministra procedente de la columna D a la columna de regeneración B será de pureza muy superior. El circuito de las aguas se representa por medio de líneas 24 y 26 en la figura 2.
25. Otro método consiste en hacer circular las aguas y las impurezas del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$
- 30.

- a la columna para purificar las aguas. Mas concretamente el vapor extraído de la columna para desgasificar y purificar las aguas se suministran directamente a la columna de regeneración para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  (como vapor vivo). El
5. agua correspondiente a este vapor se extrae en forma de un condensado de los refrigeradores para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  que salen de la columna de regeneración. Este agua se suministra, con las impurezas en ésta presentes, a la columna de purificación en donde dichas impurezas se separan y dividen en una
10. fracción principal, que se descarga al exterior, y una fracción menor, que acompaña el vapor suministrado desde la columna para purificar las aguas a la columna de regeneración para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .
15. Por último, se apreciará que la pre-regeneración de las aguas de condensación puede llevarse a cabo no solo por medio de aire y otro gas, sino también por medio de vapor en una columna de dos etapas, tal como se describe con detalle mas adelante en el párrafo 7 y con referencia a la figura 5. Es también posible utilizar una pre-regeneración mixta con aire y vapor, tal como se describe en el párrafo 8 con referencia a la figura 6.
20. 2) En la modalidad representa en las figuras 1 y 2 el vapor para purificar las aguas puede suministrarse desde el exterior, o puede también producirse mediante calentamiento con el gas de elaboración a una temperatura apropiada en el re-
25. hervidor Rd, dispuesto en la columna D, o en una modalidad no preferida en una pequeña caldera (no representa en las figuras). En este último caso es ventajoso introducir el gas de elaboración en el citado aparato a la máxima temperatura correspondiente a la temperatura de salida del aparato de conversión de  $\text{CO}$ ; luego se suministra el citado gas
- 30.

de elaboración al rehervidor de la columna de regeneración a una temperatura suficientemente baja, para evitar problemas de corrosión producidos por el empleo de temperaturas excesivamente elevadas.

5. 3) En otros casos el citado vapor para la purificación de las aguas puede estar constituido por el vapor que, en ocasiones, se suministra al rehervidor utilizado en la columna de regeneración en adición al rehervidor que utiliza el gas de elaboración. En este caso el citado vapor puede suministrarse convenientemente primero a la columna de desgasificación y/o purificación y luego utilizarse para la purificación del agua; la porción restante en el exceso térmico se suministra luego a la columna de regeneración que ha de utilizarse de nuevo.
- 10.
15. 4) Por último se apreciará, con referencia a las modalidades de las figuras 1 y 2, que el vapor que se suministra a la columna de regeneración se utiliza en ésta de forma directa.

- Sin embargo, en otros casos, puede ser conveniente, para restablecer el equilibrio del agua o por otros motivos similares, utilizar en la columna de regeneración el vapor suministrado a ésta, por medio de un rehervidor apropiado. En este caso la purificación de las aguas se lleva a cabo a una presión superior a la de la columna de regeneración, de modo que la temperatura del vapor que sale de la columna de purificación para las aguas ( y permaneciendo en dicha columna en exceso térmico) sea de alrededor de 102°C superior a la temperatura de ebullición a la presión de la columna de regeneración, con lo que se permite el re-empelo de dicho vapor en ésta por medio de dicho rehervidor.
- 20.
- 25.
- 30.

En otros casos el desgaseado y purificación de las

- aguas de alimentación a la caldera se lleva a cabo a una presión todavía superior, o sea una presión suficientemente elevada (3-8 atm.) para permitir la utilización del vapor que queda en exceso después del tratamiento de las aguas
5. como un vapor móvil en un eyector, produciéndose por medio de éste una caída de presión con extracción de vapor de la solución regenerada que sale de la columna de regeneración y la reciclización de dicho vapor, junto con el vapor móvil, para la columna de regeneración.
10. La modalidad de la figura 3 muestra una de las posibles aplicaciones relativas a un ciclo de purificación en donde el absorbedor A y el regenerador B tienen ambos dos etapas; las aplicaciones para un ciclo con una etapa son análogas. El agua de alimentación a la caldera, suministrada por
15. medio del conducto c, se precalienta por medio de la solución semi-regenerada en el dispositivo de recuperación M2 y la solución regenerada en el dispositivo de recuperación M1, y por medio del gas de elaboración que sale del rehervidor R en el dispositivo de recuperación Me y, eventualmente también,
20. de forma previa por medio de los vapores que salen de la columna de regeneración en el dispositivo de recuperación M3, de modo que se alcance una temperatura en la proximidad de la temperatura de ebullición en dicho regenerador B. El agua de alimentación a la caldera se suministra al separador G y
25. luego a la columna D en donde se trata con vapor suministrado a través del conducto  $h_1$ ; la porción del citado vapor que queda térmicamente en exceso en la cabeza de la columna D se extrae por medio del conducto  $h_2$  y se suministra al eyector D como vapor impulsor para arrastrar, a la cámara Z, vapor de
30. la solución regenerada (2ª etapa) que sale del regenerador B a través del conducto t; los citados vapores se suminis-

tran por medio del conducto h3 al regenerador B y se utilizan en éste para la regeneración. Para el resto la modalidad de la figura 3 es análoga a la de la figura 1.

5. En la práctica, con un vapor motor a alrededor de 4,5 atm. el vapor extraído de la solución regenerada corresponde a una refrigeración de dicha solución de alrededor de 10-12°C, mientras que la cantidad del vapor impulsado es alrededor de 1 a 1,2 veces del extraído.

10. En ambos casos el suministro de calor a la columna D debe aumentarse para calentar el agua hasta una temperatura superior correspondiente a la presión superior requerida para el vapor. Esto puede obtenerse suministrando una cantidad superior de vapor desde el exterior, pero también, mas convenientemente, por medio del gas de elaboración que
15. cede el exceso de calor que no es necesario para el funcionamiento de las instalaciones para separar el CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S, y que es aprovechable por el ahorro de calor obtenido por medio del procedimiento del presente invento o con métodos similares.

20. En cada caso el calentamiento superior del agua remitida a la caldera compensa por completo dicho suministro superior de calor o vapor.

25. En ciertos casos puede ser mas convenientemente llevar a cabo la desgasificación y purificación de las aguas de alimentación a la caldera por medio de vapor suministrado desde el exterior, regulando la presión en la columna de modo que se obtenga una diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de modo que sustancialmente todo el vapor suministrado sea consumido para ofrecer un aumento superior en
30. la temperatura del agua.

5) El procedimiento del presente invento es obviamente apli-

cable a cualquier tipo de solución absorbente, como se ha indicado previamente, y a cualquier método de una o dos etapas conocido en el arte.

5. Resulta aplicable también a los métodos llamados convencionales en donde se hace uso, como se sabe, de un intercambiador de calor y un refrigerador entre la columna de absorción y la columna de regeneración. Este último método se utiliza, por lo general, en el caso de soluciones de etanolamina (MEA, DEA y similares) conteniendo eventualmente aquellos inhibidores de corrosión especiales que se han descubierto recientemente.

10. El procedimiento del presente invento es aplicable también a los ciclos en donde la regeneración de la solución absorbente se lleva a cabo en dos columnas (dispuestas en serie o en paralelo), en donde la primera (columna principal) opera a una presión superior y por medio de calor suministrado desde el exterior, y la otra (columna secundaria) a una presión inferior y sustancialmente por medio de calor recuperado de la solución regenerada que sale de la columna principal.

15. En este caso es posible llevar a cabo la desgasificación y/o purificación de las aguas a la presión de la columna principal o a la presión de la columna secundaria, y suministrar el vapor que sale de la columna de desgasificación y/o purificación a la primera o segunda columna de regeneración.

20. En la patente estadounidense nº 3.962.404 y en la patente sub-africana 75/7108, por ejemplo, se describen métodos basados en el empleo de dos columnas de regeneración.

25. La modalidad de la figura 4 se refiere a la aplicación del procedimiento del presente invento en el caso del

30.

- método de regeneración descrito en la literatura de la patente anterior; a continuación se hace referencia al método en donde la solución pasa en serie a través de dos columnas de regeneración, pero la aplicación al método en donde la solución pasa en paralelo a través de las dos columnas de regeneración es obviamente posible.
- 5.

- El absorbedor es un absorbedor de dos etapas. El gas se purifica en dicho absorbedor de preferencia por medio de barrido con una solución activada de carbonato potásico. La solución agotada se descarga del absorbedor por medio del conducto 1 y se suministra a la columna de regeneración P operando a una presión superior. Esta columna P es también una columna de dos etapas; diversas fracciones de solución que tienen un grado distinto de regeneración se extraen de la columna P a través del conducto 2, a través de un segundo conducto dividido a su vez en el conducto 3 y conducto 4 y a través del conducto 5. Las citadas fracciones de solución se introducen a distintos niveles en las columnas de regeneración secundarias S operando a una presión inferior.
- 10.
- 15.
- 20.

- Cada fracción de solución se expande en la citada columna con liberación de vapor, y ésta se utiliza para regenerar (o mejor para regenerar a un grado superior) la fracción de solución introducida a un nivel superior. De este modo la solución, después de haberse regenerado de forma incompleta en la columna P, se regenera adicionalmente en la columna secundaria S utilizando fundamentalmente el vapor generado por la expansión de las diversas fracciones de solución procedentes de la columna P. Como un resultado, el calor suministrado por medio del rehervidor R se sitúa en el fondo de la columna P, es menor (en alrededor del 30 al 40%)
- 25.
- 30.

que el necesario en los métodos convencionales. El reher-  
vidor R, tal como se representa en la figura, utiliza el  
calor del gas de elaboración que abandona el rehervidor a  
una temperatura algo elevada (en general de 130-135°C) debi-  
do a que la columna P opera bajo presión. El citado gas pasa  
5. a través del dispositivo de recuperación M3, en donde calien-  
ta el agua de alimentación de la caldera, que se ha calentado  
previamente en los dispositivos de recuperación M1 y M2 por  
medio del calor de las soluciones regeneradas que salen de la  
10. columna S, a una temperatura prácticamente igual a la tempe-  
ratura de ebullición en la columna P que opera a una presión  
superior. El agua así precalentada se suministra por medio del  
conducto 8 a la columna de desgasificación o purificación D,  
en donde se trata a contracorriente con el vapor introducido por  
15. medio del conducto 7. La parte del vapor que queda en exce-  
so térmico se suministra luego por medio del conducto 9 a la  
columna de regeneración P que opera a una presión superior  
y se utiliza aquí como disociadora de vapor.

Las soluciones extraídas de la colum-  
na S por medio de los conductos 10 y 11 se suministran por  
20. medio de las bombas P1 y P2 a la etapa primaria y secunda-  
ria del absorbedor A.

En esta modalidad las ventajas del  
procedimiento del presente invento se combinan con las de-  
rivadas del empleo de un método de regeneración con dos ni-  
veles de presión. Los resultados son muy ventajosos; el ca-  
lor de regeneración es prácticamente la mitad (o sea de 500  
25. a 550 Kcal/N m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> en un aparato de dos etapas para la  
separación de CO<sub>2</sub>, con una solución de potasa activada con  
glicina).  
30.

6) Se ha sugerido ya aumentar la temperatura y la cantidad

de calor contenida en la solución regenerada regulando la presión de la columna de regeneración de modo que se cree una diferencia de temperatura entre el fondo y la cabeza de dicha columna, con el fin de recuperar el vapor, que normalmente escaparía por la cabeza de la columna, mediante almacenamiento en la solución.

Esta diferencia de temperatura se regula, teniendo en cuenta también la cantidad de calor suministrada por el rehervidor al fondo de la columna de regeneración (dicho de otro modo, el grado de carbonación de la solución que se desea obtener al final de la regeneración), de modo que el vapor de disociación no se descargue al exterior en un exceso inútil, sino que por el contrario se recupera y utiliza para calentar la solución. Mas particularmente dicha diferencia de temperatura se regula dentro de la gama de 10-45°C, de modo que la cantidad de vapor descargado al exterior por la cabeza de la columna de regeneración es de 1,5 a 3 veces superior con respecto a la cantidad correspondiente a las condiciones de equilibrio. En la literatura de patentes antes citadas se ofrecen condiciones y esquemas de funcionamiento detallados.

7) Según se ha indicado anteriormente las impurezas separadas de las aguas de alimentación de la caldera y comportadas directamente por el vapor en la columna B de regeneración pueden causar, superando ciertas cantidades, inconvenientes en el aparato para separar  $\text{CO}_2$  o  $\text{H}_2\text{S}$ . Así pues, por ejemplo, el oxígeno, por encima de ciertos límites, puede reaccionar con los compuestos químicos contenidos en el gas que ha de purificarse o en la solución absorbente, produciendo descomposiciones, formación de compuestos de oxidación y espumas, corrosión y similares. La desventaja es superior cuando el agua que ha de desgasificarse y purificarse está constituida por condensados

de elaboración (a que se ha hecho referencia anteriormente) que contiene, además de  $\text{CO}_2$ , otras impurezas tal como  $\text{NH}_3$ , metanol, HCN, aminas, COS y similares.

5. En adición a las modalidades descritas en el párrafo 1, la modalidad representada en la figura 5 puede utilizarse también para evitar estos inconvenientes.

10. En esta modalidad la columna para el desgasificado y purificación de las aguas es una columna de dos etapas que comprende una zona superior de pre-purificación D1 y una zona inferior de purificación D2. El agua que ha de desgasarse y purificarse se introduce por medio de un conducto a en la zona superior D1 y, después del paso por ésta, fluye a través de la zona inferior D2, en cuyo fondo se extrae dicha agua y se envía para utilización por medio del conducto h.
15. El vapor para la desgasificación y purificación del agua se introduce en el fondo de la zona D2 para la desgasificación y purificación por medio del conducto h', fluye a través de dicha zona y se divide en la cabeza de dicha zona en dos fracciones; la primera fracción se suministra a la columna de regeneración B por medio del conducto h2 y se utiliza
20. en ésta para la desorción, la segunda fracción pasa por el contrario a través de la zona superior de pre-purificación D1 en donde separa la mayor parte de las impurezas gaseosas contenidas en el agua y se descarga al exterior junto con
25. dichas impurezas por medio del conducto h3. La primera zona termina a una altura en donde el vapor contiene un bajo contenido de impurezas, de modo que éste puede suministrarse directamente a la columna de regeneración sin inconvenientes. Por lo general el vapor se introduce en el fondo de la zona
30. inferior D2 en una cantidad de alrededor de  $250 \text{ kg/m}^3$  de agua. Una fracción correspondiente a alrededor de  $200 \text{ kg/m}^3$  de agua

- se descarga en la cabeza de la zona D2 y se suministra a la columna de regeneración B del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ , mientras que la fracción restante correspondiente a 50 kg de vapor/ $\text{m}^3$  de agua se pasa a través de la zona superior
5. D1. De este modo las aguas se pre-regeneran en la zona D1 hasta un contenido final de amoníaco de 50 ppm (tomado como una impureza de referencia). Como resultado se suministra a la columna de regeneración B vapor conteniendo  $\text{NH}_3$  en una cantidad correspondiente a 250 ppm con respecto al agua.
10. Por consiguiente, el contenido de impurezas en el aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  tiende a alcanzar dicha concentración de 250 ppm de  $\text{NH}_3$ , siendo mejorado este valor con respecto a las 800-1000 ppm de  $\text{NH}_3$  presente en los condensados de los refrigeradores para  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  del arte corriente.
15. Además, se apreciará que el vapor que sale de la zona D1 puede condensarse convenientemente en el refrigerador de reflujo y reciclarse a la columna según el arte conocido; una fracción apropiada del condensado se descarga al exterior, ajustándose a las exigencias ecológicas corrientes.
20. 8) En este caso es preferible también suministrar dichas impurezas al aparato de reformado por medio de un flujo de gas (aire o metano o gas de purga de la síntesis de  $\text{NH}_2$ ), tal como se ha expuesto anteriormente.
25. La modalidad representada en la figura 6 es similar en funcionamiento a la representada en la figura 5. Existen también dos zonas D1 y D2 y los conductos que tienen la misma función se representan con las mismas referencias que en la figura 5.
30. Con respecto a la modalidad de la figura 5 se ha adicionado una pequeña torre T. La citada corriente

- de gas se introduce en la torre T por medio del conducto h4, y se calienta y humidifica por contacto directo del conducto h. Luego se descarga la citada agua de la torre T por medio del conducto h5. Luego la citada corriente de gas se suministra por medio del conducto h6 a la columna D1, en donde el calor y el vapor contenido en dicho gas se adiciona al vapor procedente de la columna D2 a través del conducto h7. Como resultado se obtiene una mejor purificación en la columna D1 con una menor cantidad de impurezas suministradas a la columna D2 y por consiguiente a la columna de regeneración del aparato para la separación de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .
5. 9) En la figura 7 se representa una columna de purificación con dos zonas con distintos niveles de presión.

- Esta columna opera a una presión elevada (superior a 4atm.). Por ejemplo es posible utilizar vapor a la presión (alrededor de 34 atm.) que se utiliza en el aparato de reformado.
- 15.

- Este vapor se introduce en el fondo de la zona superior K, por medio del conducto h1, en la cantidad usual de 200-250  $\text{kg/m}^3$  de agua, purificándose así el condensado introducido por la cabeza de dicha zona k por medio del conducto a. Durante el paso a través de la columna se consume una mayor parte del vapor para calentar dicha agua a la temperatura de 235-240°C, mientras que el exceso de vapor se condensa en el refrigerador de reflujo, como es conocido por los expertos en el arte.
- 20.
- 25.

- El agua purificada, calentada a 235-240°C, se extrae de la zona K y se expande en la zona I en donde la presión es aproximadamente igual a la que presenta la columna de regeneración, siendo ello una característica de esta modalidad.
- 30.

Con la expansión, por ejemplo a alrededor de 122°C, el agua cede 220 kg de vapor/m<sup>3</sup> de agua. Este vapor es muy puro. Como resultado la introducción de dicho vapor en la columna de regeneración del aparato para separar el

5. CO<sub>2</sub> y/o H<sub>2</sub>S, por medio del conducto h<sub>2</sub>, no produce ningún inconveniente.
- 10) El procedimiento del presente invento es aplicable también, obviamente, en el caso en donde el desgasificado y la purificación se llevan a cabo sobre dos o mas tipos diferentes de agua, o sea, de distinta naturaleza y origen, tal como, por ejemplo, la condensación antes citada del agua del gas de elaboración (conteniendo NH<sub>3</sub>, HCN, metanol, aminas, COS y similares) y del agua que se ha sometido a tratamiento químico usual para las aguas de alimentación a caldera,
15. que se desgasifican, como es usual, para eliminar impurezas tal como oxígeno y CO<sub>2</sub>. En la práctica industrial ambos tipos de agua se purifican y desgasifican para la utilización subsiguiente, por ejemplo como agua de alimentación a caldera.

20. La forma mas sencilla de aplicar el procedimiento del presente invento consiste en tratar los dos tipos de agua por separado en dos dispositivos (columnas) de desgasificación y purificación, alimentándose cada una con la cantidad necesaria de vapor que se suministra luego al final de la operación a la columna de regeneración. Cada una
25. de dichas columnas puede ser, eventualmente, una columna de dos etapas, tal como se ha descrito anteriormente.

30. De conformidad con una modalidad mas apropiada, el vapor se introduce primero en el primer dispositivo (o columna) para la desgasificación y purificación, y luego se suministra en serie, totalmente o en parte, al dispositivo subsiguiente.

Mas concretamente, según esta modalidad los dos dispositivos antes citados para la desgasificación y purificación se disponen de modo que cada uno es atravesado por el agua correspondiente que ha de purificarse, con la excepción, no obstante, de que el vapor se suministre a uno solo de los dos dispositivos y, después de haberse utilizado en éste, se suministre luego al segundo y se utilice en el mismo. Dicho vapor se descarga luego al exterior, o se suministra a la columna de regeneración. De este modo se reduce la cantidad de calor desgasificado suministrado desde el exterior.

En la figura 9 se representa uno de los dispositivos apropiados para esta finalidad.

La columna de purificación comprende tres zonas, D1, D2 y D3. El primer agua A que ha de purificarse (generalmente el agua de condensación del proceso) se introduce, eventualmente con pre-calentamiento, por medio del conducto a, fluye a través de las zonas D1 y D2 y se descarga luego de éstas por medio del conducto h8 y se suministra al aparato para el tratamiento químico en donde se completa su purificación (sin embargo, en algunos casos, puede pasar también a través de la zona D3 y combinarse con el agua B).

La segunda agua B (generalmente el agua químicamente tratada para la alimentación a la caldera) se introduce por medio del conducto b, mediante precalentamiento apropiado, tal como se ha indicado anteriormente, por la cabeza de la zona D3 y se descarga por el fondo mediante el conducto h. El vapor se introduce por medio del conducto h1, fluye a través de la zona D3 y luego a través de la zona D2, en cuya cabeza se divide en dos fracciones; de

- igual modo que en la modalidad de la figura 5, la primera fracción se suministra por medio del conducto h2 a la columna de regeneración B; la segunda fracción fluye a través de la zona D1, en donde separa la mayor parte de las impurezas presentes en el agua A y se descarga al exterior junto con las impurezas separadas por medio del conducto h3.

- En esta modalidad el vapor se utiliza ventajosamente tres veces en serie, o sea una primera vez para el agua del tipo B (normalmente el agua de alimentación a la caldera), una segunda vez para el agua del tipo A (agua de condensación del proceso) y una tercera vez en la columna de regeneración;

#### EJEMPLO 1.

- El procedimiento del invento se aplica a una instalación para la separación de  $\text{CO}_2$  en una planta que produce 1000 toneladas métricas por día de amoníaco a partir de metano, o sea  $152.500 \text{ N m}^3/\text{h}$  de gas conteniendo 13% de  $\text{CO}_2$ , a una presión de 28 atm. Se requiere una purificación hasta un contenido de 0,1% de  $\text{CO}_2$  y la recuperación de todo el  $\text{CO}_2$  ( $27,325 \text{ N m}^3/\text{h}$ ) a una presión de 2 atm.

Con el empleo de una solución de carbonato potásico activado con glicina (250 g/l de  $\text{K}_2\text{O}$ ; 50 g/l de glicina), en una instalación convencional de dos etapas, los resultados son como sigue:

- consumo de calor en el rehervidor:  $27,5 \cdot 10^6 \text{ Kcal/hora}$ , correspondiente al  $1000 \text{ Kcal/N m}^3$  de  $\text{CO}_2$ ;  
 -Temperatura de la solución regenerada:  $125^\circ\text{C}$ , temperatura de la solución semi-regenerada:  $121^\circ\text{C}$ ; temperatura de la solución que sale del absorbedor:  $108^\circ\text{C}$ ;  
 -Temperatura del gas que sale del rehervidor:  $135^\circ\text{C}$ ;  
 -agua alimentada a la caldera:  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ . Este agua se ca-

- lenta hasta 85°C utilizando el calor de las dos soluciones regeneradas; la presión en la caldera es de 100 atm.; vapor suministrado a la columna de desgasificación; alrededor de  $6,10^6$  Kcal/hora, correspondiente a un calentamiento del agua de caldera de 85°C a 115°C.

5. Con la aplicación del procedimiento del presente invento el agua de alimentación a la caldera se precalienta adicionalmente a 121°C (o sea, la temperatura de ebullición a la presión de la columna de regeneración) por medio del calor ( $7,5 \cdot 10^6$  Kcal/hora) que cede el gas de elaboración en el dispositivo de recuperación M4 de la figura 1, enfriándose hasta alrededor de 106°C.

10. El calor previamente cedido en el aparato de desgasificación ( $6,10^6$  Kcal/hora) se suministra por medio del conducto h2 a la columna de regeneración B en donde, por consiguiente, se reducirá el calor suministrado procedente del rehervidor R hasta  $27,7 - 6 = 21,5 \cdot 10^6$  Kcal/hora, correspondiente a  $780$  Kcal/N m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>.

15. Además se produce un ahorro de calor adicional debido a que el agua, con la desgasificación, se encuentra a 121°C, en lugar de a 115°C en el método convencional.

#### EJEMPLO 2.

20. La planta de producción es la misma que la del ejemplo 1.

25. En lugar de un aparato convencional de dos etapas puede utilizarse un aparato de dos etapas en donde la etapa de regeneración se lleve a cabo en dos columnas de regeneración, operando, respectivamente, a una presión superior (1,8 atm) y a una presión inferior (alrededor de la atmosférica), según la ilustración de la literatura de pa-

30.

tentes antes citada.

El consumo de calor en dicho ciclo es  $20.2 \cdot 10^6$  Kcal/hora, correspondiente a  $730 \text{ Kcal/N m}^3$  de  $\text{CO}_2$ .

5. Aplicando el procedimiento del presente invento, como en el ejemplo y según la modalidad de la figura 4, el vapor de desgasificado ( $6 \cdot 10^6$  Kcal/hora) se recicla a la columna de regeneración a presión superior; como resultado, el calor suministrado por medio del rehervidor desciende a  $20.2 - 6 = 14.2 \cdot 10^6$  Kcal/hora, correspondiente a  $515 \text{ Kcal/N m}^3$  de  $\text{CO}_2$ .

10. Una ventaja adicional tiene por objeto el que el agua, con la desgasificación, se encuentra a  $121^\circ\text{C}$  en lugar de a  $115^\circ\text{C}$  del arte anterior.

### EJEMPLO 3.

15. La instalación es la misma que la del ejemplo 1, a excepción de que el calor suministrado para la regeneración ( $27.5 \cdot 10^6$  Kcal/hora) se obtiene en una cantidad de  $21.5 \cdot 10^6$  Kcal/hora mediante el paso del gas de elaboración a través del rehervidor y la parte restante ( $6 \cdot 10^6$  Kcal/hora) de un vapor de origen distinto (obteniéndose usualmente dicha parte, en el arte conocido, de un rehervidor apropiado).

20. Con la aplicación del procedimiento del presente invento dicho vapor ( $6 \cdot 10^6$  Kcal/hora) se suministra primero al aparato de desgasificación y se pone en contacto con el agua de alimentación a la caldera que está ya precalentada a  $121^\circ\text{C}$  (o sea la temperatura correspondiente a la presión de la columna de regeneración); este vapor se extrae luego prácticamente en su totalidad por la cabeza del aparato de desgasificación y se suministra a la columna de regeneración. De este modo se ahorra el vapor suministrado el aparato desgasificador del arte conocido, mientras

25.

30.

el agua se calienta todavía a 121°C.

EJEMPLO 4.

5. Las instalaciones del ejemplo 1 producen alrededor de 40 m<sup>3</sup>/hora de agua de condensación, la cual se desea recuperar para utilizarse como agua de alimentación a caldera. Este agua contiene impurezas, principalmente 600-800 ppm de NH<sub>3</sub>, 1000-2000 ppm de CO<sub>2</sub>, 800-1500 ppm de metanol y otros compuestos orgánicos.

10. Utilizando la modalidad representada en la figura 2, este agua de condensación se suministra del separador S a la columna H, en donde se regenera por medio del aire que se ha humidificado previamente en la columna T. Es ésta el agua de condensación procedente de la columna D se enfría en alrededor de 25°C, absorbiendo el aire 1850  
15. Kg/h de vapor. .

Este vapor se suministra a la columna H, en donde se regenera el agua hasta un contenido final de 100 ppm de NH<sub>3</sub>, tomado como una impureza de referencia.

20. El agua así pre-regenerada se suministra a la columna D, en donde su regeneración se completa por medio de 10.000 kg/hora de vapor, que se introducen por medio del conducto h<sub>1</sub>. El circuito de agua es el representado por las líneas 24 y 26 de la figura 2.

25. Este vapor, después de su utilización, escapa de la columna D en una cantidad todavía igual a alrededor de 10.000 Kg/hora y se suministra a la columna de regeneración B por medio del conducto h<sub>2</sub>; de este modo se reduce en 10.000 Kg/hora el vapor suministrado desde el exterior a dicha columna de regeneración por medio del rehervidor.

30. El aire utilizado para llevar dicho vapor desde la columna T a la columna H, suponiendo que dicho

aire esté saturado, es de alrededor de  $650 \text{ N m}^3/\text{hora}$ , suministrándose luego este aire al aparato de reformado secundario (que corresponde a alrededor de 1,5% del aire suministrado al aparato de reformado secundario).

5. EJEMPLO 5.

- En un aparato para la separación de  $\text{CO}_2$ , conectado como en los ejemplos precedentes a instalaciones para el reformado y conversión de  $\text{CO}$ , la columna para el tratamiento del agua de alimentación a la caldera está constituida por tres zonas, D1, D2 y D3, tal como se representa en la figura 8. La zona inferior D3 se alimenta con  $55 \text{ m}^3/\text{hora}$  del agua de alimentación de caldera que se desgasifica con separación de  $\text{CO}_2$  y oxígeno, por medio de  $4.000 \text{ kg/hora}$  de vapor. Este vapor, en la salida de la primera zona, se suministra a la segunda zona D2, en donde se utiliza para purificar 13 toneladas métricas por hora de agua de condensación del gas de elaboración, separando de dicha agua  $\text{NH}_3$ , metanol y otros compuestos orgánicos. El vapor se divide luego en dos fracciones. La primera, correspondiente a  $3.500 \text{ kg/hora}$ , se suministra a la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$ ; la segunda fracción, correspondiente a  $500 \text{ kg/hora}$ , se utiliza en la tercera zona D1 de la columna, tal como se representa en la figura 8, para separar la masa de las impurezas presentes en el agua de condensación y descargar las impurezas así separadas al exterior.

- Se apreciará que el agua de condensación se trata en la zona D2 con  $4.000/13 = 300 \text{ kg de vapor/m}^3$  de agua, o sea con una cantidad de vapor necesaria para una separación completa de las impurezas, siendo el grado de pureza suficiente para permitir un uso seguro aún en calderas que operan a presión muy elevada.

-N O T A-

Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones.

5. 1.- Un procedimiento para separar  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , y otras impurezas de mezclas gaseosas esencialmente, de una mezcla gaseosa obtenida con métodos en donde se hacen reaccionar sustancias combustibles a temperatura elevada con vapor, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de absorción en que dicha mezcla gaseosa se pone en contacto en una columna de absorción con una solución absorbente alcalina acuosa, y
10. una etapa de regeneración en que dichas impurezas se desorben mediante tratamiento en una columna de regeneración con vapor obtenido, principalmente, de un rehervidor en donde el calor es cedido por la mezcla gaseosa que ha de purificarse y
15. en donde el vapor utilizado en dichos métodos se obtiene de calderas alimentadas con aguas previamente desgasificadas y purificadas por tratamiento con vapor en columnas apropiadas, caracterizado porque en su realización:
20. (a) la desgasificación y purificación de las aguas de alimentación a la caldera se efectúa en aparatos (columnas) dispuestos (con respecto al circuito gaseoso), en serie con la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ ;
25. (b) el vapor necesario para dicha purificación de las aguas se suministra, a una presión por los menos igual a la existente en dicha columna de regeneración, al primer dispositivo (columna) de la serie y subsiguientemente a los restantes y luego a la columna de regeneración, utilizando así dicho vapor varias veces.
30. 2.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado así mismo porque:
- (a) el calor residual contenido en las soluciones regenera-

- das que salen de la columna de regeneración y contenido en el gas de elaboración que sale de dicho rehervidor del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  se utiliza para calentar en un orden progresivo y gradualmente las aguas de alimentación a la caldera hasta una temperatura próxima a la temperatura de ebullición de dicha columna de regeneración;
5. (b) las aguas así precalentadas se suministran al aparato para dicha desgasificación y purificación;
- (c) el vapor que queda en exceso térmico después del tratamiento de dichas aguas pre-calentadas en b) se suministran a la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .
- 10.
- 3.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la cantidad y la temperatura de dicho calor residual contenido en dichas soluciones regeneradas que salen de dicha columna de regeneración se aumenta incrementando la presión, en dicha columna de regeneración hasta una extensión tal que se cree una diferencia de temperaturas de 10 a  $35^\circ\text{C}$  entre el fondo y la cabeza de dicha columna de regeneración según el grado de regeneración de dicha solución, descargando por la cabeza de dichas columna de regeneración, al exterior, una cantidad de vapor no superior a 1,5-3 veces la correspondiente a las condiciones de equilibrio, y recuperando el exceso de dicho vapor en forma de un aumento de temperatura de dicha solución regenerada.
- 15.
- 20.
- 25.
4. Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la solución absorbente utilizada para separar dichas impurezas gaseosas se elige de soluciones de carbonatos de metal alcalino, solas o activadas con la adición de  $\text{As}_2\text{O}_3$ , glicina u otros aminoácidos, etanolamina, sales de ácido
- 30.

bórico, selenio, telurio, soluciones de etanolamina, Sulfinol, Adip, Alkazid, y soluciones de fosfato tripotásico.

5. 5.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el calor necesario para la regeneración en dicha columna de regeneración se suministra, en adición al calor contenido en dicho gas de elaboración, también en forma de vapor, suministrándose previamente dicho vapor a dicho aparato de desgasificación y purificación y luego a la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  para ser reutilizado.

10. 6.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicha desgasificación y purificación de las aguas de alimentación a la caldera se efectúa a la misma presión y temperatura que en la columna de regeneración.

15. 7.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones, 1 a 5, caracterizado por que dichas desgasificación y purificación de dichas aguas de alimentación a la caldera se efectúa a una presión (y una temperatura final) superior que la utilizada en dicha columna de regeneración; suministrándose el vapor restante en exceso térmico a dicha columna de regeneración y utilizándose en ésta, por medio de un rehervidor.

20. 8.- Un Procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicha desgasificación y purificación de dichas aguas de alimentación a la caldera se lleva a cabo a una presión (y una temperatura final) superior a la utilizada en dicha columna de regeneración; el vapor restante en exceso se utiliza como vapor motriz en un eyector, creando en éste una caída de presión que permite la extracción de vapor de la solución regenerada que sale de la columna de regeneración y suministrando

dicho vapor extraído, junto con dicho vapor motriz, a dicha columna de regeneración.

5. 9.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque las aguas de condensación de los refrigeradores para el gas que sale de la columna de regeneración, se recuperan y tratan por medio de gas inerte, con separación de una parte de las impurezas presentes en dichas aguas de condensación, y las aguas así tratadas se reciclan luego al aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .
10. 10.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el gas de elaboración, antes de su introducción en la columna de absorción, se barre con agua que se purifica luego por medio de un tratamiento con gas inerte para separar una parte de las impurezas presentes en ésta; luego se recicla el agua así purificada al barrido del gas de elaboración.
15. 11.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque las aguas de condensación del proceso se tratan por medio de gas inerte, con consiguiente separación de una parte de las impurezas en éstas presentes; luego se completa la purificación de dichas aguas pre-purificadas por medio de un tratamiento con vapor y a continuación se vuelven a utilizar dichas aguas.
20. 12.- Un Procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque dicho gas inerte utilizado para la separación de las impurezas de las aguas está constituido por una parte del aire suministrado al aparato de reformado secundario.
25. 13.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por-
- 30.



que dicho gas inerte utilizado para la separación de las impurezas de las aguas está constituido por una parte del aire de combustión utilizado en el horno del aparato de reformado.

5. 14.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque dicho gas inerte utilizado para la separación de las impurezas de las aguas está constituido por metanol que ha de suministrarse al aparato de reformado.
10. 15.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque dicho gas inerte utilizado para la separación de las impurezas de las aguas se calienta y humidifica previamente mediante contacto directo con las aguas calientes que salen del aparato de desgasificación y purificación.
15. 16.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque dicha desgasificación y purificación de dichas aguas de la caldera se lleva a cabo en una columna de dos etapas, que comprende una zona superior para la pre-purificación y una
20. zona inferior para la purificación; dichas aguas de alimentación de la caldera que han de desgasificarse y purificarse se introducen por la cabeza de dicha zona superior, pasan a través de ésta y luego a través de la zona inferior de donde se extraen y envían a la utilización; el vapor necesario
25. para dicha desgasificación y purificación de dichas aguas de alimentación de caldera se introducen por el fondo de dicha zona inferior y, después de pasar por ésta, se divide en dos fracciones; la primera fracción se suministra directamente a dicha columna de regeneración; la segunda fracción se pasa a
30. través de dicha zona superior en donde separa la mayor parte de las impurezas presentes en dichas aguas de alimentación de caldera y se descarga, junto con las impurezas separadas, al

exterior.

5. 17.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la columna de purificación comprende una zona superior y una zona inferior que operan a distinta presión; las aguas de condensación se tratan con vapor a elevada presión en la zona superior, en donde una gran parte del vapor se consume para el calentamiento de dichas aguas hasta la temperatura de ebullición correspondiente a la presión del vapor utilizado;

10. las aguas así calentadas se expanden luego en la zona inferior con liberación de vapor; y el vapor así obtenido por expansión se suministra a la columna de regeneración del aparato para separar  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$ .

15. 18.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque dichas aguas de alimentación a la caldera que han de desgasificarse y purificarse son de distinta naturaleza y origen; cada una de estas aguas distintas se suministra a una zona de desgasificación y purificación correspondiente de donde se

20. descarga y envía a la utilización; el vapor necesario para dicha desgasificación y purificación de las aguas alimentadas a la caldera se introduce por el fondo de la primera zona y luego se pasa en serie a través de las otras zonas; y, en la salida de la última de dichas zonas, se suministra a dicha

25. columna de regeneración.

19.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque:

(a) el vapor extraído de la columna de desgasificación y purificación de las aguas se suministra directamente a la columna de regeneración (en forma de vapor vivo);

30.

- (b) el agua correspondiente a dicho vapor se extrae en forma de un condensado de los refrigeradores para el  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  que sale de la columna de regeneración;
- (c) dicha agua se suministra con las impurezas contenidas a la columna de purificación en donde dichas impurezas se separan y dividen en una fracción principal, que se descarga al exterior, y en una fracción secundaria que acompaña al vapor suministrado de la columna de purificación del agua a la columna de regeneración.
- 5.
10. 20.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque:
- (a) la etapa de regeneración comprende una columna de regeneración principal que opera a una presión superior y por medio de calor suministrado desde el exterior, y una columna de regeneración secundaria que opera a una presión inferior y por medio de vapor obtenido por expansión de la solución regenerada en la columna principal de regeneración; por debajo de la presión de la columna de regeneración secundaria;
- 15.
20. (b) los calores residuales del aparato para la separación de  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{H}_2\text{S}$  y de otra instalación térmicamente conectada a éste, se recuperan y ceden a las aguas de alimentación a la caldera de forma gradual y progresiva;
25. (c) el agua así precalentada se trata con vapor, separándose así las impurezas presentes en dicha agua; la porción de dicho vapor restante en exceso térmico merced a la etapa de precalentamiento b), se recupera y suministra a la columna de regeneración principal para ser utilizada en ésta para la regeneración.
- 30.

21.- Un procedimiento de conformidad



con la reivindicación 20, caracterizado porque dicha producción de calor que queda en exceso térmico en la columna de desgasificación se recupera y suministra a la columna de regeneración secundaria que ha de utilizarse en ésta para la regeneración.

22.- Un procedimiento para separar  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y otras impurezas de mezclas gaseosas.

Todo ello, tal y como se reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 38 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 11 NOV. 1977

P.a.

JAIME ISERN

P. P.

  
Firmado: JESUS PICAZO

FIG. 1

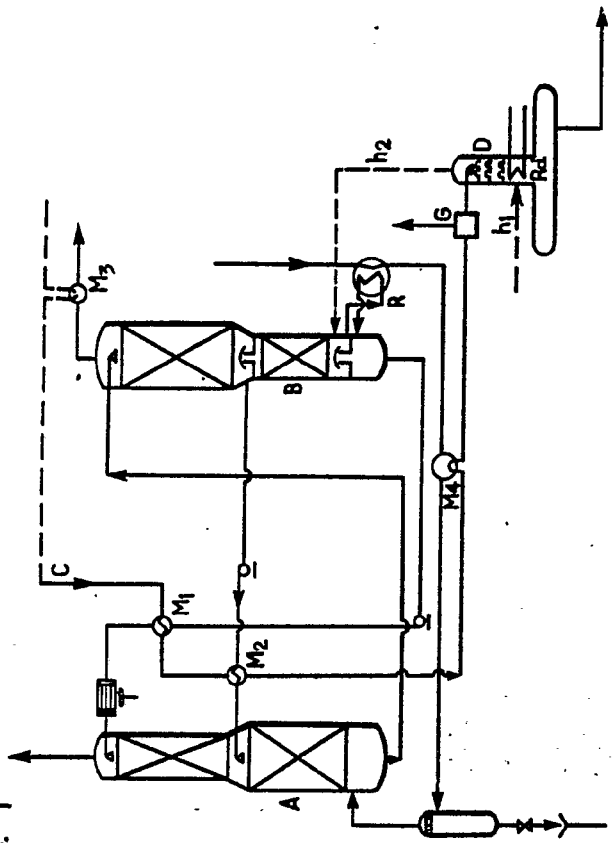
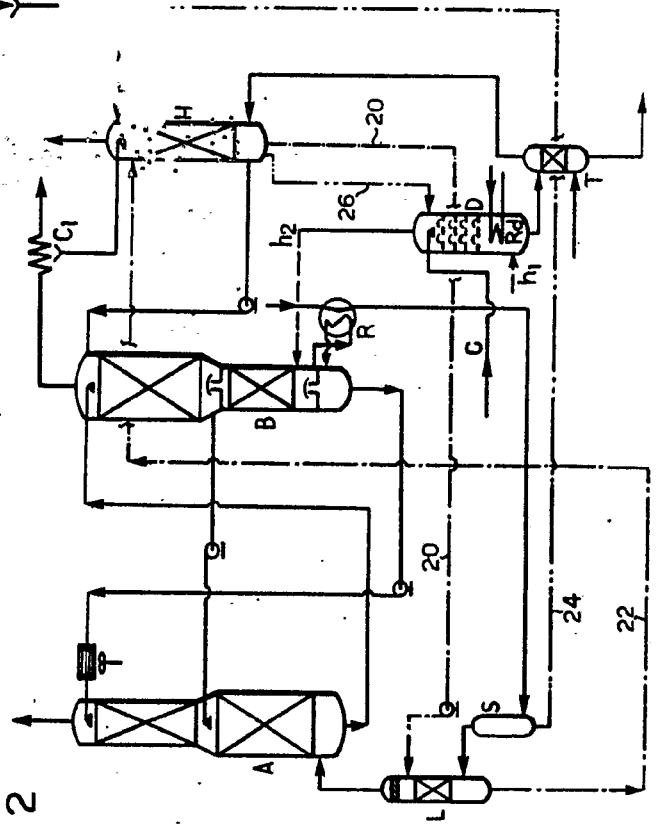


FIG. 2



Madrid, a 11 NOV. 1977

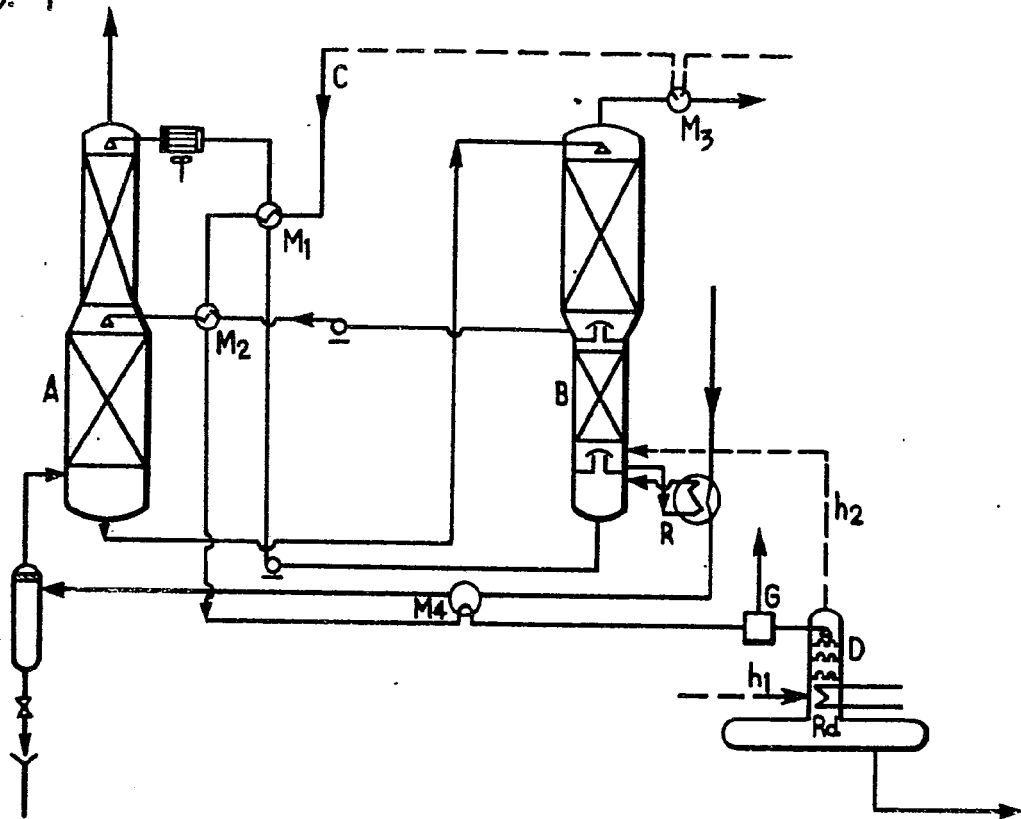
JAIMÉ ISERN  
P. P.

p.o.

Firmado: JOSE F. DUPLO



FIG. 1



Madrid, a 11 NOV. 1977

p.o.

JAIMÉ ISERN  
p. p.

Firmado: JOSE F. NIETO

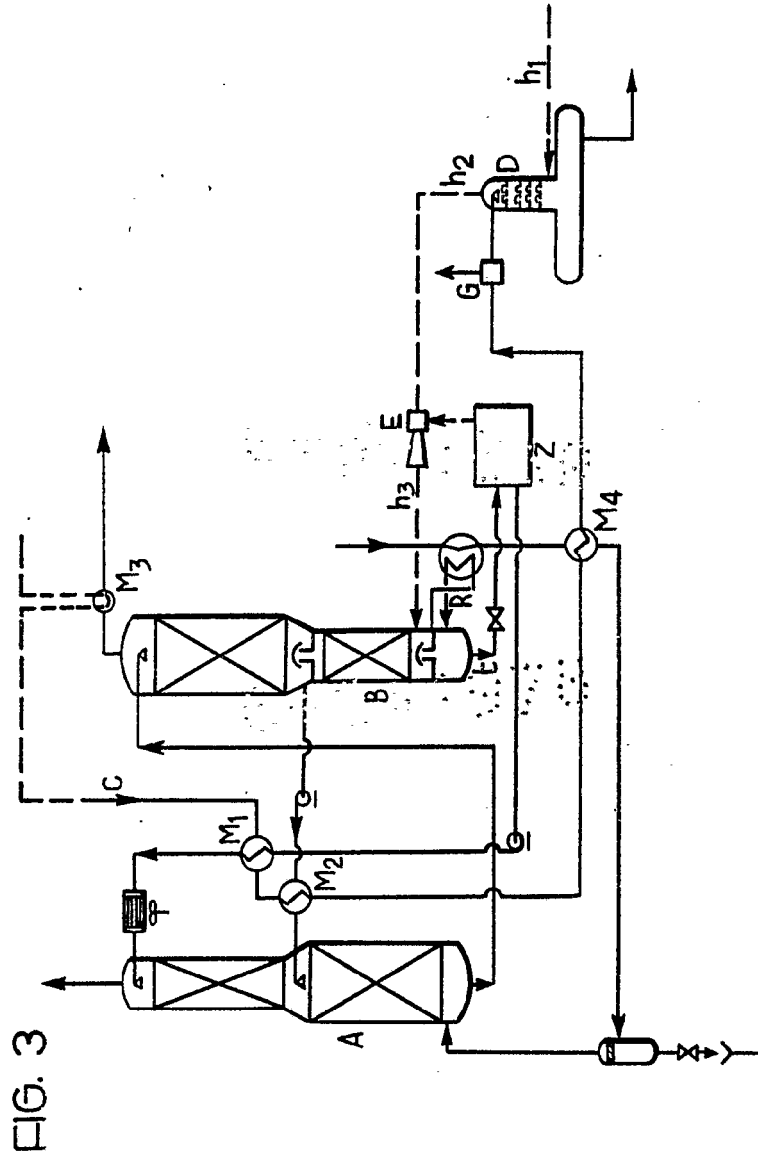


FIG. 3

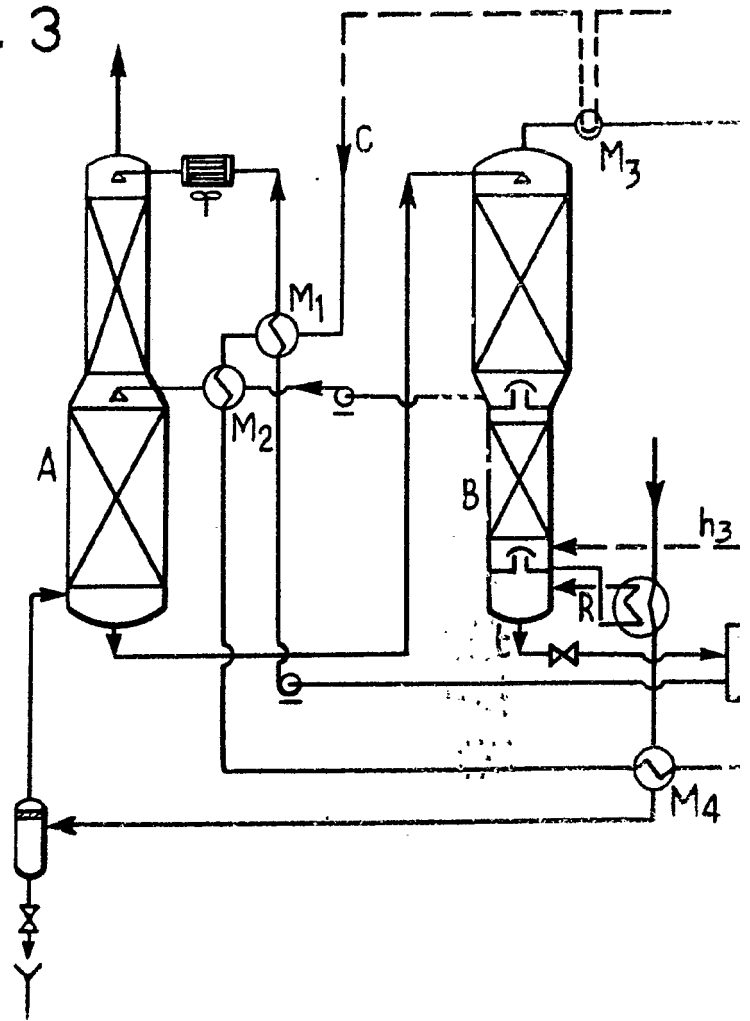
Madrid, a 11 NOV. 1977

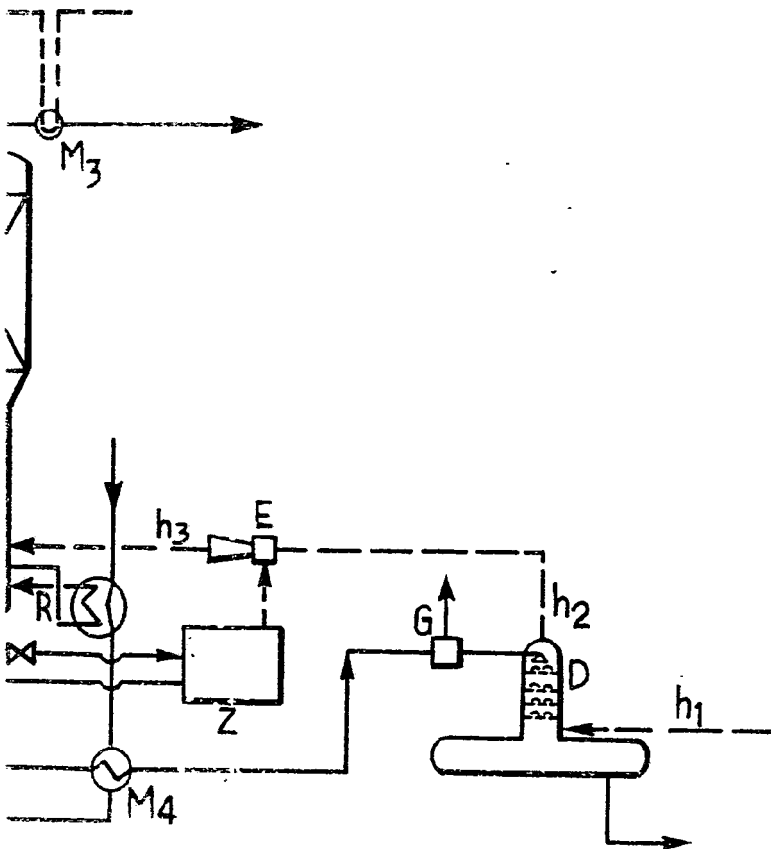
P.O.

JAIMESERN

Firmado: JOSÉ F. NIETO

FIG. 3





Madrid, a 11 NOV. 1977

p.o.

P.P. JAIME ISERN

Firmado: JOSE F. NIETO



FIG. 6

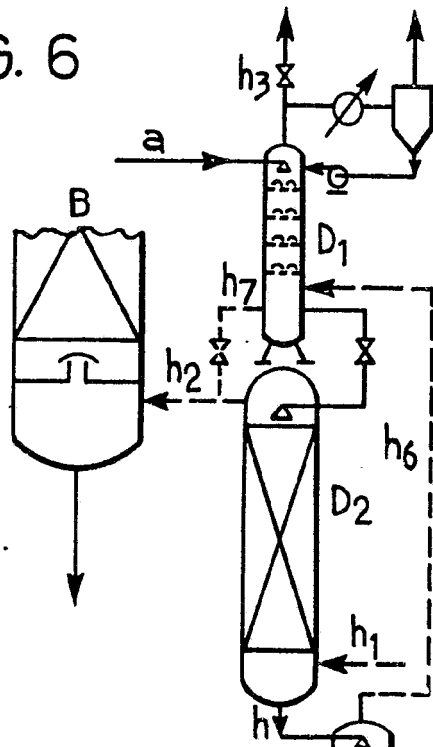
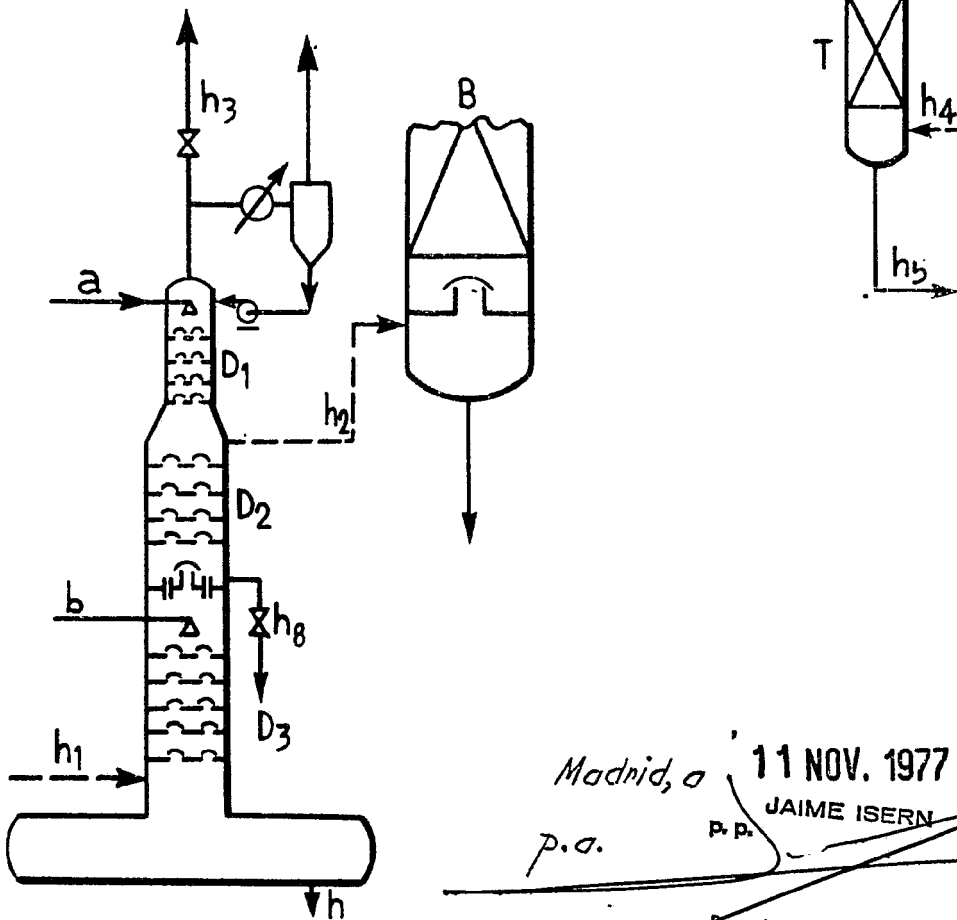


FIG. 8



Madrid, a 11 NOV. 1977

JAIME ISERN

p. a.

p. p.

Firmado: JOSE F. NIETO