



ESPAÑA

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

ES (11) (21) (22)

NUMERO	463.266
FECHA DE PRESENTACION	15-10-77

(10) A1

- 5 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
734.471	18-10-76	EE.UU.

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

(24) TITULO DE LA INVENCION

"PROCEDIMIENTO MEJORADO Y APARATO PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE VAPOR DE AGUA EN UNA MEZCLA DEL MISMO CON UN SEGUNDO GAS".

(71) SOLICITANTE (S)

PALL CORPORATION (222-032 Spain)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

30 Sea Cliff Avenue, Glen Cove, Nueva York 11542, Estados Unidos de América.

(72) INVENTOR (ES)

Paul M. McKey y Niels C. Jensen Jr.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 67.165)

1 Los secadores por desecación se han vendido du-
rante muchos años, y están en amplio uso en todo el mundo.
El tipo usual está constituido por dos lechos desecadores,
5 uno de los cuales se está regenerando mientras el otro es-
tá en el ciclo de secado. El gas a secar se pasa por el
lecho desecador en una dirección, en el ciclo de secado,
y luego, a un intervalo de tiempo predeterminado, cuando
se puede esperar que el desecador haya adsorbido tanta hu-
medad que haya riesgo de que no se cumpla con el bajo ni-
10 vel requerido de humedad en el gas efluente, el gas in-
fluente se cambia al otro lecho, y el lecho gastado se re-
genera por calentamiento y/o por formación de vacío, y/o
pasando por él gas efluente de purga, usualmente en con-
tracorriente.

15 Los secadores por desecación que están hoy en el
mercado son de dos tipos generales, un tipo que se puede
reactivar por calor, en el que se aplica calor para rege-
nerar el desecador gastado al término del ciclo de secado,
y un secador sin calor, en el que no se aplica calor para
20 regenerar el desecador gastado al término del ciclo de se-
cado, sino que se basa en el uso de un flujo de purga de
gas seco, usualmente gas efluente del lecho en ciclo de
secado, que se pasa por el lecho gastado a una presión me-
nor, en ciclo rápido para conservar el calor de adsorción,
25 para ayudar a la regeneración del lecho gastado. El uso
de un gas de purga para regenerar a una presión menor que
la presión de tubería del gas que se está secando no está
limitado, sin embargo, a los secadores sin calor, sino que
se usó durante muchos años en secadores por desecación re-
30 activados por calor, antes del advenimiento del tipo sin

1 calor.

5 Ambos tipos de secadores se hacen trabajar con ciclos de secado y regeneración de tiempo fijo, usualmente de igual duración, estando fijada la longitud de los ciclos según el volumen de desecador disponible y el contenido de humedad del gas influente. El tiempo del ciclo se fija invariablemente en un tiempo mucho menor que el que se podría permitir, para asegurar que el contenido de humedad en el gas efluente siempre cumpla con los requisitos del sistema. A medida que transcurre el ciclo de secado, el lecho desecador queda progresivamente cada vez más saturado desde el extremo de entrada hacia el extremo de salida, y cada vez menos capaz de adsorber humedad que es -- arrastrada a través del mismo por el gas influente. La --
15 eliminación de humedad del gas influente depende del caudal de gas y de la velocidad de adsorción de humedad y contenido de humedad del adsorbente, así como de la temperatura y presión de gas dentro del lecho. La velocidad de adsorción por el desecador puede disminuir a medida que el
20 desecador queda cargado. Dado que el contenido de humedad en un gas influente rara vez es constante, la demanda que se impone al lecho desecador puede variar, a veces con bastante rapidez, y a veces dentro de límites bastante amplios. En consecuencia, un ciclo de secado en tiempo fijo
25 siempre ha de ser lo bastante corto para dar un margen de seguridad de eliminación de humedad para un contenido máximo de humedad en el gas influente, y esto significa que frecuentemente un ciclo de tiempo fijo ha de ser bastante corto, para asegurar que termine antes de que la capacidad
30 de humedad restante disponible en el lecho alcance un nivel

1 demasiado bajo. Esto significa, desde luego, que en el ciclo medio puede no estar bien utilizada la capacidad de humedad del lecho.

5 La vida de un desecador que se calienta para regenerarlo depende en medida considerable de la frecuencia de la regeneración. Una regla general del ramo es que un lecho desecador vale para un cierto número de regeneraciones, y no más. Evidentemente, entonces, la vida eficaz de un lecho se acorta innecesariamente siempre que durante --
10 cada ciclo de secado no se utilice eficazmente la capacidad de humedad. Además, la incapacidad de conseguir una utilización completa de la capacidad eficaz del lecho durante cada ciclo de secado, tanto en el caso de los secadores reactivados por calor como de los sin calor, significa que el volumen del lecho desecador ha de ser mayor --
15 que el que se podría requerir, para proporcionar la capacidad de reserva necesaria para adsorber niveles de humedad extremos, pero ocasionales, en el gas influente durante el periodo de tiempo fijo del ciclo de secado.

20 La utilización ineficaz de la capacidad de humedad también conduce a un considerable desperdicio de gas de purga en cada ciclo. El gas de purga se sangra normalmente del gas efluente para fines de regeneración de un lecho gastado, y reduce correspondientemente el rendimiento de efluente. Cada vez que un lecho se transfiere del ciclo de secado al ciclo de regeneración, necesariamente se
25 vierte y pierde un volumen de gas de purga igual al volumen abierto del recipiente del lecho. Un ciclo corto significa unas pérdidas por purga mayores que en ciclo largo.

30 Tales pérdidas son particularmente severas en el

1 caso de los secadores sin calor, que requieren unos ciclos
mucho más frecuentes. Desde luego, la elección entre un
secador regenerado por calor y uno sin calor está frecuen-
temente impuesta por la frecuencia de reciclo requerida.

5 Skarstrom, en la patente de los EE.UU. nº 2.944.627, fe-
chada el 12 de julio de 1960, describe un tipo de secador
sin calor que pretende representar un perfeccionamiento
sobre los descritos algunos años antes por Wynkoop, paten-
te de los EE.UU. nº 2.800.197, fechada el 23 de julio de
10 1957, y en las patentes británicas nº 633.137 y 677.150.
Skarstrom mostró que por ciclos muy rápidos entre adsor-
ción y desorción en las respectivas zonas, el ciclo de de-
sorción podía utilizar eficazmente el calor de adsorción
para la regeneración del desecador gastado. Por tanto,
15 Skarstrom enseñó el uso de unos tiempos en ciclo de adsor-
ción que no excedían de dos a tres minutos, preferiblemen-
te menos de un minuto, y muy deseablemente menos de vein-
te segundos. Tales tiempos de ciclo son, desde luego, --
más cortos que los de Wynkoop, que eran del orden de trein-
ta minutos o más, como se muestra en el gráfico de la Fi-
gura 2, o los tiempos de ciclo, comprendidos entre cinco
minutos y treinta minutos, de la patente británica nº --
20 633.137. La patente británica nº 677.150 demostró que los
ciclos de adsorción y desorción no necesitan ser iguales
necesariamente.

25

Sin embargo, el inconveniente del sistema de --
Skarstrom es el muy considerable volumen de gas de purga
perdido con cada ciclo, y esta pérdida es mucho mayor a un
tiempo de ciclo de, por ejemplo, diez segundos, en compa-
30 ración con los cinco a treinta minutos de las patentes bri

1 tánicas, y con los treinta minutos o más de Wynkoop. En
los cortos ciclos de Skarstrom, desde luego, la capacidad
del lecho desecador se utiliza muy poco, pero cuando no
se aplica calor para efectuar la regeneración del deseca-
5 dor resulta más importante no llevar el contenido de hu-
medad en el adsorbente más allá de un cierto mínimo en el
ciclo de adsorción, o será imposible regenerar eficazmen-
te el adsorbente en el ciclo de regeneración.

10 Se han dispuesto en los secadores detectores de
humedad en la tubería de efluente, para medir puntos de
rocío en el gas efluente. Debido a su lenta respuesta y
relativa insensibilidad a bajos puntos de rocío, sin em-
bargo, tales dispositivos no han sido y no pueden ser usa-
dos para determinar el ciclo de un secador, cuando se de-
15 sea un efluente de punto de rocío o humedad relativa ba-
jos, ya que el frente ha atravesado el lecho para cuando
el detector ha detectado la humedad del efluente.

20 La patente de los EE.UU. nº 3.448.561, concedi-
da el 10 de junio de 1969, proporciona un procedimiento
y aparato para secar gases que hace posible utilizar efi-
cazmente la capacidad de humedad de un lecho desecador,
disponiendo su regeneración solo cuando la carga de hume-
dad en el lecho lo requiere, y obtener por tanto una efi-
cacia óptima en el uso. Durante cada ciclo de adsorción
25 se puede llevar el sorbente a la capacidad de humedad lí-
mite, a la que se puede efectuar la regeneración bajo las
condiciones de regeneración disponibles, ya sea con o sin
aplicación de calor y con o sin aplicación de una presión
reducida. Esto se hace posible, según la invención, de-
30 tectando el avance del frente de humedad dentro del lecho,

1 según se pone de manifiesto por el contenido de humedad
del gas que se esté secando, y deteniendo el ciclo de se-
cado siempre que el frente haya alcanzado un punto prede-
terminado en el lecho, próximo a atravesar el lecho. Esto
5 se puede hacer automáticamente disponiendo en el lecho de-
secador unos medios para detectar el contenido de humedad
del gas que se esté secando, y medios que respondan al --
contenido de humedad interrumpiendo el ciclo de secado --
siempre que se haya alcanzado en ese punto un contenido de
10 humedad predeterminado en el gas que se esté secando.

El avance del frente de humedad en un lecho de
deseccador, a medida que gradualmente adsorbe humedad, es
un fenómeno bien conocido en la técnica de secado por de-
secación, y está analizado en numerosas patentes, por ejem-
15 plo la patente de EE.UU. de Skarstrom nº 2.944.627. Du-
rante la mayor parte del ciclo de secado, el sorbente sor-
be eficazmente humedad del gas que pasa sobre él. Sin em-
bargo, cuando la capacidad de sorción del desecador se --
aproxima a cero, el contenido de humedad en el gas que pa-
20 sa sobre él aumenta acusadamente. Si se mide el conteni-
do de humedad, punto de rocío o humedad relativa del gas,
y se representa gráficamente frente al tiempo, este aumen-
to, usualmente repentino, del contenido de humedad se no-
ta como un cambio de pendiente, y entonces el contenido --
25 de humedad en aumento se aproxima rápidamente al conteni-
do de humedad del gas influente. La resultante porción
de esta curva en forma de S representa, en efecto, el fren-
te de humedad, y si se observa éste en función de la lon-
gitud del lecho, se hallará que avanza desde el extremo de
30 influente hasta el extremo de efluente del lecho, a medida

1 que transcurre el ciclo de adsorción. El objetivo es con-
cluir el ciclo antes de que el frente, o cambio de pendien-
te de la curva, alcance el extremo del lecho, ya que lue-
go el aumento es tan rápido que apenas se puede impedir el
5 suministro de un efluente indeseablemente húmedo.

Según la invención de la patente de EE.UU. nº
3.448.561, esto se impide detectando el avance del frente
en un punto del lecho lo suficientemente espaciado del ex-
tremo de efluente para permitir que se termine el ciclo de
10 secado antes de que el frente alcance el extremo de efluen-
te. Cómo se hace esto se ve mejor por referencia a las
Figuras 1 a 8 de la patente.

En la mayoría de los sistemas es importanté, desde luego, que nunca se suministre gas efluente húmedo,
15 aunque el elemento detector de humedad falle por alguna
razón. En consecuencia, la patente de los EE. UU. nº --
3.448.561 incorpora un sistema en combinación con el de-
tector de humedad, disponiendo el elemento perceptor de
humedad para que se superponga a un control de ciclo por
20 tiempos.

En la medida en que el elemento detector de hu-
medad se haga funcionar por gas retirado del lecho deseca-
dor, existe una posibilidad de contaminación del detector,
con el resultante fallo. Si en este caso el contaminante
25 fuese leído como humedad por el detector, el error sería
por el lado de acortar el tiempo de secado, y no alargán-
dolo. Si la contaminación es suficientemente severa para
hacer que el detector falle, dando una falsa lectura de hu-
medad, entonces, al término del ciclo de secado, que queda
30 acertado bajo tales circunstancias, el lecho se pondrá en

1 ciclo de regeneración, y luego, debido a que el detector
nunca detectará aire seco debido a la contaminación, so-
nará eventualmente la alarma cuando el control de ciclo
por tiempo entre en funcionamiento, y el sistema volverá
5 al ciclo de tiempo predeterminado.

De esta manera se proporciona un mecanismo de
seguridad ante fallo, para asegurar un funcionamiento con-
tinuado a un ciclo de tiempo aceptable, pese a la conta-
minación del elemento detector de humedad según se ha des-
10 crito antes.

Sin embargo, el detector puede fallar también
por otras razones, o puede fallar el circuito eléctrico o
la conexión eléctrica con él. En este caso, el detector
no detectaría aire húmedo, y por tanto el secador no cam-
15 biaría de ciclo cuando sale aire húmedo del lecho deseca-
dor, estado peligroso que no se puede permitir que conti-
núe.

Según la invención, se proporciona un sistema
que da seguridad en caso de fallo para asegurar, en tal
20 caso, un funcionamiento continuado a un ciclo de tiempos
aceptable, pese al fallo del detector o del circuito eléc-
trico o conexión eléctrica con él, y evitar así que salga
aire húmedo del lecho.

Así, en el procedimiento de la invención, la --
25 concentración de un primer gas, en una mezcla del mismo
con un segundo gas, se reduce hasta por debajo de una con-
centración máxima límite del mismo en el segundo gas, pa-
sando la mezcla en contacto con y desde un extremo a otro
extremo de un lecho de un sorbente que tiene una afinidad
30 preferente para el primer gas, adsorbiendo sobre él el pri

1 mer gas, para formar un efluente gaseoso que tiene una con-
centración del mismo por debajo del máximo, y formando un
gradiente de concentración de primer gas en el lecho que
disminuye progresivamente desde un extremo al otro extre-
5 mo a medida que continúa la adsorción, y definiendo la --
concentración en aumento de primer gas en el segundo gas
un frente de concentración que avanza progresivamente por
el lecho desde el un extremo al otro extremo, a medida --
que disminuye la capacidad de sorción del mismo, detectan-
10 do el avance del frente en el lecho, e interrumpiendo en-
tonces el paso de la mezcla gaseosa en contacto con el le-
cho, antes de que el frente pueda abandonar el lecho y se
pueda exceder la concentración máxima límite de primer --
gas en el segundo gas. Un detector o circuito detector
15 que ha fallado o no funciona se detecta introduciendo en
el detector, de vez en cuando, a un intervalo lo bastante
corto para asegurar que no se haya agotado el lecho dese-
cador que está en acción, aire húmedo procedente de la en-
trada al secador. En ausencia de respuesta que detecte
20 al aire como húmedo, se da una alarma y, opcionalmente,
el secador se puede poner entonces automáticamente en fun-
cionamiento según un ciclo de tiempo fijo.

Un procedimiento preferido según la invención
emplea un lecho desecador que se calienta en el ciclo de
25 regeneración para eliminar la humedad adsorbida, pero en
el que la aplicación de calor para este fin está restrin-
gida a aquellas porciones del lecho que tengan alto conte-
nido de humedad, ahorrando así tiempo durante la regenera-
ción, y evitando también el desperdicio de aplicación de
30 calor donde no se requiere. En la realización preferida

1 solo se aplica calor en aquella porción del lecho en la que el sorbente ha adsorbido humedad hasta el 20% o más de su capacidad de humedad, y preferiblemente el 50% o más de tal capacidad.

5 La presente invención también es aplicable a -- sistemas en los que la totalidad del lecho desecador se calienta para efectuar la regeneración, a sistemas en los que no se aplica calor para efectuar la regeneración, a sistemas en los que la regeneración se efectúa a presión
10 reducida, y a sistemas que utilizan un flujo de gas de -- purga, y a sistemas que combinan una o más de esas características.

Como otra característica según la invención, da- do que el ciclo de regeneración no necesita ser, y en la
15 mayoría de los casos no es, de duración igual a la del ciclo de secado, el lecho que se está regenerando se puede cerrar, y se puede interrumpir el calentamiento, purga, formación de vacío, o cualquiera que sea el sistema de re-
generación usado, cuando la regeneración se ha completado.
20 El resto del tiempo del ciclo se puede usar para, por ejem- plo, enfriar el lecho regenerado, de manera que esté a una temperatura conveniente y eficaz para la adsorción cuando se reanuda el flujo de gas influente a ese lecho.

El aparato de secado según la invención compren-
25 de como componentes esenciales un lecho de sorbente, adap- tado para regeneración periódica y preferiblemente en con- tracorriente; uno o una pluralidad de medios detectores en el lecho, para detectar la llegada del frente de hume- dad del mismo a un punto del lecho suficientemente distan-
30 te del extremo de efluente del mismo, para permitir que se

1 termine un ciclo antes de que el frente pueda salir del
lecho; una tubería para suministrar gas influente húmedo
a los medios detectores, para determinar la capacidad de
los medios detectores para detectar el vapor de agua con-
5 tenido en él; y medios para señalar cuándo el detector
es incapaz de detectar tal gas influente con vapor de --
agua.

Opcionalmente, en el aparato se incluyen medios
para volver a un funcionamiento según funcionamiento en
10 ciclo de tiempo fijo, cuando se acciona tal alarma.

En el aparato se pueden incluir también medios
para aplicar calor durante tal regeneración. Tales medios
están preferiblemente limitados a solo aquella porción del
lecho de sorbente que tiene alto contenido de humedad, del
15 orden de 20% de su capacidad de humedad o más, al final de
un ciclo de secado, es decir, sólo a aquella porción que
ha entrado primero en contacto con el flujo influente du-
rante un ciclo de secado o adsorción. En este caso, el --
resto del lecho de sorbente no se calienta durante la re-
20 generación, y en consecuencia no se disponen medios de ca-
lentamiento en él. La proporción no calentada del volumen
del lecho puede ser, por tanto, tan grande como se desee.
Usualmente se calentará de un cuarto a tres cuartos del --
volumen del lecho, preferiblemente de un tercio a dos ter-
25 cios del volumen.

En efecto, la porción no calentada de tal lecho
constituye un lecho de reserva que en el ciclo normal de
secado puede no requerirse en absoluto, y en la que, en
cualquier caso, el sorbente sólo es apto para adsorber una
30 proporción relativamente pequeña, menos del 20%, de su ca-

1 capacidad de humedad, pero que está presente para impedir el
suministro de un gas efluente con contenido de humedad in-
deseablemente alto, en el caso improbable de que la hume-
dad no sea adsorbida suficientemente en la porción del le-
5 cho provista de medios de calentamiento. La capacidad de
adsorción de humedad de la porción de reserva del lecho se
usa tan poco que el sorbente de reserva es regenerado por
el flujo de purga, esté o no esté calentado el flujo de
purga, y cualquier humedad arrastrada hacia adelante des-
10 de esta porción, por el flujo de purga a través de ella,
se elimina eficazmente del lecho, desde luego, tras paso
por la porción calentada del mismo.

Aunque el aparato de la invención puede estar
compuesto por un lecho desecador, el aparato preferido em-
15 plea un par de lechos desecadores, dispuestos en recipien-
tes apropiados, que están conectados a las tuberías para
recepción de gas influente a secar, y suministro de gas
secado efluente.

En el aparato secador se pueden incluir también
20 una válvula de retención o válvula de estrangulamiento, --
con el fin de reducir la presión durante la regeneración,
y válvulas de canales múltiples para cambiar el flujo de
gas influente entre los lechos, y para recibir el flujo de
gas efluente de los mismos. Además, se puede incluir una
25 válvula medidora o de estrangulamiento para desviar una --
porción del gas efluente secado, como purga, en contraco-
rriente a través del lecho que se esté regenerando.

Los medios detectores de humedad pueden detectar
la humedad del gas en cualquier porción del lecho deseca-
30 dor. En algunos secadores, tal como en los secadores sin

1 calor, que trabajan a niveles muy bajos de humedad total
en un lecho desecador por ciclo de secado, puede ser de-
seable disponer la sonda muy próxima a la entrada, por
ejemplo de un cincuentaavo de la longitud del lecho desde
5 la entrada hasta a mitad de camino por el lecho. Usual-
mente, para que los resultados sean óptimos, a caudales
de hasta 46 m/min, para asegurar que se impida el paso de
efluente de contenido de humedad indeseablemente alto, se
toman muestras del gas en un punto comprendido entre dos
10 tercios y un cincuentaavo de la longitud del lecho, desde
el extremo de efluente o salida. Si los medios detecto-
res de humedad tienen una respuesta suficientemente rápi-
da, sin embargo, o si el contenido de humedad permisible
en el efluente es suficientemente alto, se pueden poner
15 adyacentes a la lumbrera de salida del lecho.

En alguna medida, la posición de los medios de-
tectores en el lecho está determinada por el caudal de gas
efluente a través del lecho, dando al detector tiempo pa-
ra reaccionar ante el contenido de humedad en él antes de
20 que el frente de humedad atraviese el lecho. En general,
cuanto mayor sea el caudal más lejos se han de poner los
medios detectores del extremo de efluente del lecho, para
asegurar que el frente de humedad se detecte lo bastante
pronto para impedir que abandone el lecho y entre en el
25 sistema que se está acondicionando.

El tipo de dispositivo detector de humedad, y
la posición de su sonda de toma de muestra de gas en el
lecho, se elegirán para detectar un nivel de humedad, en
el gas que se esté secando, a tiempo para accionar una se-
30 ñal antes de que el frente de humedad pueda abandonar el

1 lecho. El margen de seguridad requerido para un sistema
concreto se determina empíricamente con facilidad, obte-
niendo datos y representando gráficamente las curvas que
se muestran en la Figura 1 o Figura 8 de la patente de --
5 EE.UU. Nº 3.448.561, para el sistema concreto a usar. Es-
to lo puede hacer el experto en la técnica sin uso de la
invención.

El dispositivo detector de humedad puede ser de
cualquier tipo conocido en la técnica. En el dispositivo
10 se incluirá usualmente una sonda detectora o tubo o tube-
ría de toma de muestra de gas, abierto al lecho o cámara
de desecación por un extremo, y a la atmósfera por el --
otro, con un componente o detector para detección de hume-
dad intermedio entre los dos extremos, que responda de ma-
15 nera positiva al contenido de humedad en un gas. Cuando
la cámara de desecación está a presión superatmosférica,
el flujo de gas al detector está asegurado. Se puede usar
una válvula de estrangulamiento para controlar tal flujo,
normalmente al mínimo para detección de humedad. Si la
20 cámara de desecación está a presión menor que la atmosfé-
rica, se puede introducir una bomba para pasar gas al de-
tector.

El detector que responde al contenido de hume-
dad puede ser eléctrico o mecánico o químico, o cualesquie-
25 ra combinaciones de ellos, pero se dispone preferiblemen-
te, en respuesta al contenido de humedad, para que señale
a o controle unas válvulas adecuadas, de manera que con-
cluya el ciclo de secado y cambie los gases influente y
efluente de un depósito al otro, en el momento en que se
30 alcance el nivel de humedad máximo predeterminado en el

1 - gas efluente.

5 El tiempo requerido para que el contenido de humedad en el gas efluente alcance el nivel predeterminado está directamente correlacionado con la capacidad de humedad y el contenido de humedad del sorbente. A medida que el gas avanza a lo largo de la longitud de un lecho desecador, su contenido de humedad disminuye progresivamente según la velocidad de adsorción de humedad por el desecador. Dado que la velocidad de adsorción de humedad por el desecador depende de la capacidad de humedad, presión de gas, temperatura y caudal de gas, será evidente que para una temperatura y presión dadas para el gas influente, el nivel de humedad predeterminado en el gas efluente sólo se alcanzará cuando la carga de humedad del sorbente haya alcanzado también un nivel predeterminado. En consecuencia, según la invención se puede ajustar el periodo de ciclo de secado casi exactamente de acuerdo con el contenido o carga de humedad en el sorbente, y utilizar así eficazmente la capacidad de humedad del mismo en cada ciclo de secado, sin introducir, sin embargo, ningún riesgo de que pase humedad.

15 En consecuencia, los secadores por desecación según la invención trabajan hasta una carga predeterminada de humedad en el desecador durante cada ciclo de secado. Esto significa que si varía el nivel de humedad en el gas influente, el periodo de ciclo de secado también se ajusta automática y correspondientemente. El resultado es que un ciclo de secado no se termina hasta que es necesario hacerlo, y se eliminan las regeneraciones innecesarias del desecador. También se hace así innecesario acumular

1 una capacidad de reserva de desecador; dado que el ciclo
de secado depende de la capacidad de humedad del volumen
de desecador utilizado, ahora será suficiente un volumen
de desecador menor que el que se requería antes. Al mis-
5 mo tiempo, el volumen de purga perdido durante cada ciclo
se mantiene en un mínimo absoluto. En efecto, los seca-
dores por desecación de la invención ajustan automática-
mente al tiempo sus ciclos de secado según la demanda que
se les hace por el contenido de humedad en el gas influen-
10 te, y en consecuencia los secadores según la invención se
denominan secadores de ciclo por demanda.

Por otra parte, el ciclo de regeneración no ne-
cesita tener, y preferiblemente no tiene, automáticamente
el mismo periodo de tiempo que el ciclo de secado. A di-
15 ferencia de la mayoría de los secadores, dado que el ciclo
de secado se puede alargar muchísimo, según la demanda, el
ciclo de regeneración se controla por tiempos, para que
acabe cuando se ha completado la regeneración, aunque el
ciclo de secado continúe. Esto asegurará también que el
20 flujo de purga y la energía usada en cualquier calentamien-
to del lecho no se desperdicien cuando ya no se necesitan.
El ciclo de regeneración puede estar conectado al detector
de humedad, para que acabe cuando acaba el ciclo de seca-
do, si esto sucede antes de que se complete el ciclo de re-
25 generación medido por tiempo, o el detector puede estar co-
nectado al temporizador del ciclo de regeneración, para --
que sea ineficaz para acabar el ciclo de secado hasta que
la regeneración sea completa. Cuál de esos dos sistemas
es preferible dependerá de las condiciones del sistema.

30 Según la invención se puede usar cualquier tipo

1 de componente o detector para detectar el nivel de hume-
dad. Un tipo que es bien conocido utiliza una célula de
cloruro de litio para detectar la humedad en un gas, y
5 responde a los cambios de ella por cambios de resistencia
eléctrica a la conductividad. Por tanto, se da una señal
eléctrica cuando el contenido de humedad en el gas ha al-
canzado el nivel predeterminado, y esta señal se utiliza
para cambiar la válvula que controla la entrada de gas in-
fluyente a un lecho, y desvía el gas influente al otro le-
10 cho, para concluir el ciclo, cambiando al mismo tiempo el
flujo de gas de purga, de manera que ahora se puede rege-
nerar el lecho gastado.

Otro tipo de detector de humedad que se puede
usar es el elemento detector de humedad de la patente de
15 los EE.UU. nº 3.167.734, fechada el 26 de enero de 1965,
y expedida a Brucken y Williamitis. Este dispositivo com-
prende un miembro de soporte cilíndrico que tiene una por-
ción de base embridada anular integral con un primer ter-
minal eléctrico en la porción de base, un segundo terminal
20 eléctrico en la porción de base, y una película de plásti-
co sobre el miembro de soporte, incluyendo un material --
electrolítico y uno higroscópico. Hay ionización en masa
por toda la película de plástico cuando la película está
expuesta a la humedad, y esto conduce a una respuesta eléc-
25 trica que se transmite por los conductores eléctricos pri-
mero y segundo, a través del interruptor de control de vál-
vula.

También es útil el sistema de higrómetro eléctri-
co de la patente de los EE.UU. nº 2.943.245, que se basa
30 en la capacidad de una película higroscópica para cambiar

1 su resistencia eléctrica instantáneamente con cambios mi-
croscópicos del contenido de humedad en un gas. Esto de-
tecta humedades relativas de 1,5 a 97%.

5 Otro tipo útil emplea el efecto de enfriamiento
Peltier para enfriar hasta el punto de rocío un espejo re-
vestido de rodio, y un sistema óptico de estado sólido de-
tecta y controla proporcionalmente la velocidad de enfria-
miento del espejo, haciendo que el espejo se enfríe hasta
10 el punto de rocío del gas, y sigue continuamente a este
punto de rocío. Esto detecta puntos de rocío de -73 a
+38°C.

15 Un tipo de célula electrolítica usa un cartucho
epoxídico que contiene un tubo de vidrio por el que pasa
el gas. Dos hilos de platino están arrollados en doble
hélice sobre las superficies interiores del tubo, con un
espacio entre ellos revestido de P_2O_5 . Cuando la humedad
humedece al P_2O_5 , se produce una corriente que se puede
medir por un potencial aplicado a los hilos. Esta célula
se regenera continuamente por electrolisis del agua.

20 También se pueden usar analizadores infrarrojos.
Se usan dos filamentos similares de Nichrome como fuentes
de radiación infrarroja. Los rayos de estos filamentos se
desplazan a través de células paralelas, una la célula de
muestra, y la otra la célula de comparación. El gas a de-
25 tectar absorbe, y por tanto reduce, el rayo de radiación
a detectar de la célula de muestra. Esto se convierte en
una señal eléctrica que es proporcional a la diferencia --
entre los dos rayos, y cuando se calibra esto, permite una
determinación de las cantidades de gas a detectar. Este
30 tipo es capaz de detectar no sólo vapor de agua, sino tam-

1 - bién dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, amoníaco, cloruro de metileno, etano, ciclohexano, dióxido de azufre, etileno, y otros, en gama de concentración de 0 a 100%.

5 El aparato de la invención se ilustra en los dibujos siguientes, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática de un secador por desecación con dos lechos, susceptible de reactivación por calor, según la invención;

10 La Figura 2 es una vista en detalle del circuito detector de humedad del secador susceptible de reactivación por calor según la Figura 1;

15 La Figura 3 es una vista esquemática de otro tipo de secador por desecación con dos lechos, susceptible de reactivación por calor, según la invención;

La Figura 4 es una vista esquemática de otro tipo de secador por desecación con dos lechos, susceptible de reactivación por calor, de la invención;

20 La Figura 5 es una vista esquemática de un secador por desecación con dos lechos, sin calor, según la invención;

La Figura 6 es una vista esquemática de otro tipo de secador por desecación con dos lechos, sin calor, según la invención.

25 El secador de las Figuras 1 y 2 está compuesto por un par de depósitos 31 y 32 desecadores. Estos depósitos están dispuestos verticalmente. Cada depósito contiene un lecho 40 de desecador, tal como gel de sílice. También están dispuestas en los depósitos 31 y 32 unas conexiones 8 y 9 para llenado y vaciado de desecador, para

30

1 llenar y vaciar de desecador los depósitos.

5 Se dispone un extenso sistema de tuberías que conecta los dos depósitos, para introducir gas influente que contiene humedad a eliminar, y para suministrar gas efluente seco, liberado de humedad tras haber atravesado el secador, con las válvulas necesarias para cambiar el flujo de gas influente y efluente a y de cada depósito. En este sistema se incluyen una tubería 26 de entrada provista de un manómetro 20 de entrada. La tubería 26 conduce el gas influente húmedo a través de una válvula 10 de estrangulamiento de corriente secundaria, hasta una válvula 1 de cambio de entrada, de cuatro vías. Esta válvula dirige el flujo de gas influente a una de las dos tuberías 23 y 24 de entrada, conduciendo al gas influente a la parte superior de cada depósito.

15 En el fondo de cada depósito se halla un soporte 7 de malla para desecador, hecho de una malla de acero inoxidable sinterizado, que retiene al lecho 40 desecador en los depósitos 31 y 32. Las tuberías 28 y 29 de salida desde el fondo de los depósitos 31 y 32, respectivamente, conducen a la válvula 21 de cambio de salida, de cuatro vías. Las válvulas 1 y 21 son accionadas juntas por el cilindro 14 de aire comprimido. El cilindro 14 tiene movimiento alternativo mediante presión de aire, controlada por las válvulas de solenoide 15 y 16.

20 En cada tubería 28 y 29 de salida está dispuesta una malla 6 de filtro, que se puede retirar y que también está hecha de malla de alambre inoxidable sinterizado. Esta actúa reteniendo cualquier partícula de desecador que de lo contrario podría ser arrastrada del lecho --

1 40, más allá del soporte 7 de desecador, para mantener --
limpios de tales partículas a la válvula 21 de salida y
al resto del sistema. Desde la válvula 21 se extiende la
tubería 25 de suministro de gas seco efluente, para sumi-
5 nistrar el gas secado efluente desde el secador al siste-
ma al que se esté suministrando. En la tubería 25 hay un
manómetro 20' de salida.

Dentro de cada depósito, en un punto aproximada-
mente 152 mm por encima de las tuberías 28 y 29 de salida,
10 están dispuestas cada una de un par de sondas 50 y 51 pa-
ra gas, detectoras de humedad, que toman muestra del gas
en el lecho en ese punto, y la conducen, como se ve en la
Figura 3, por las tuberías 52 y 53, más allá de las válvu-
las 54 y 55 selectoras, hasta la tubería 56, y desde allí
15 a un detector 57 para determinación del contenido de hume-
dad en ella, tras lo cual la tubería 56 se purga a la at-
mósfera a través del filtro 58 y válvula 59 de estrangula-
miento.

Las sondas 50 y 51 detectoras de humedad son tu-
20 bos en cuyo extremo está dispuesto una pluralidad de agu-
jeros 49, para entrada de gas que atraviesa el lecho.

La válvula de estrangulamiento limita el flujo
en las tuberías 52, 53 y 56 al nivel mínimo para fines de
detección de humedad, aproximadamente $14 \text{ dm}^3/\text{min}$. Este
25 detector se calibra para responder a un nivel de humedad
en un punto como el X o Y de la Tabla 1, para evitar que
el frente de humedad abandone el lecho. Por ejemplo, si
el máximo punto de rocío atmosférico que se puede tolerar
en el gas efluente es -62°C , entonces el detector se ajusta
30 ta para que detecte y responda a un punto de rocío de --

1 -40°C a -18°C, dependiendo de la sensibilidad del detector. El detector que se muestra es del tipo de célula de cloruro de litio, pero se puede usar cualquier otro tipo de detector.

5 Se proporciona un temporizador (que no se muestra) para accionar a las válvulas 15 y 16 al final de un intervalo de tiempo predeterminado. Si no fuera por el detector, el temporizador actuaría automáticamente sobre una de esas válvulas, para cambiar las válvulas 1 y 21 a través del cilindro 14 de aire, al término de este intervalo de tiempo. Sin embargo, el detector 57 está conectado a un circuito eléctrico (que no se muestra) que, mientras el detector esté detectando aire seco, permite que el temporizador complete su ciclo, y luego le corta antes de que pueda actuar sobre cualquiera de las válvulas 15 y 16. Entonces, éstas no son accionadas hasta que el detector detecta aire húmedo del contenido de humedad predeterminado, con lo que el temporizador se pone en marcha, y una de las válvulas 15 ó 16 es accionada rápidamente para cambiar las válvulas 1 y 21 simultáneamente. Por otra parte, el detector no puede terminar un ciclo antes de que el temporizador haya medido por tiempos el intervalo de ciclo predeterminado. Esto evita que haya ciclo antes de que se pueda completar la regeneración.

25 Como se ha indicado, hay dos válvulas 54 y 55 de solenoide interpuestas en las tuberías 52 y 53. Estas son accionadas también por el temporizador. Ambas válvulas están cerradas durante la primera porción de un ciclo de secado, mientras el lecho recientemente regenerado está aún caliente. La válvula que conduce al lecho en funcio-

1 namiento se abre después de que se haya enfriado el lecho.
La válvula que conduce al lecho que se está regenerando
se mantiene cerrada durante la regeneración.

5 Para que un detector anule al temporizador, el
detector ha de detectar aire seco. Si no detecta aire se-
co, se permite que el temporizador controle el ciclo. Es-
to significa que se anula la extensión del tiempo de ciclo
que está en efecto, lo que significa que el sistema no es-
tá funcionando apropiadamente por alguna razón. Por tan-
10 to, se pone en el circuito una alarma para que actúe si
en puntos predeterminados durante el ciclo de demanda, --
desde el cambio de las válvulas 1 y 21 de entrada y sali-
da al término del ciclo del temporizador, un detector de-
tecta aire húmedo.

15 En el sistema de ensayo con detector que propor-
ciona seguridad en caso de fallo, según la invención, se
incluye una conexión 45 de tubería de gas húmedo, que va
desde la entrada 26 de gas húmedo directamente a la tube-
ría 56 que conduce al detector 57. El flujo por la tube-
20 ría 45 se controla por la válvula 46 de solenoide, que es-
tá normalmente cerrada, excepto cuando el circuito detec-
tor se ha de ensayar para determinar si es operante, de
manera que ahora se describirá.

25 El secador de las Figuras 1 y 2 está diseñado pa-
ra regenerar un lecho desecador gastado, por una purga de
gas influente calentado. Para este fin se dispone un ca-
lentador 5 de vapor de agua, conectado por una tubería 33
a la tubería 26 de entrada de gas húmedo y por la tubería
34 a la válvula 21 de salida. Se puede usar cualquier ti-
30 po de calentador, por ejemplo un calentador de gas, calen-

1 tador eléctrico o calentador de agua caliente. Un orifi-
cio 2 medidor, provisto de un indicador 3 de flujo de co-
rriente secundaria, reduce la presión de la tubería 33 al
calentador 5, mientras que la válvula 10 de estrangulamien-
5 to limita el flujo en la tubería 26, desviando algo de gas
influyente para purga a la tubería 33, y así una porción
limitada del gas húmedo influyente se desvía por la tube-
ría 33 al calentador 5 de vapor de agua en todo momento.
La válvula 17 de solenoide controla la válvula 4 de entra-
10 da de vapor de agua al calentador, que está cerrada siem-
pre que el calentador esté parado. Desde el calentador --
5, la tubería 34 conduce a la válvula 21 de salida de cam-
bio de cuatro vías, desde donde el gas de purga calentado
se hace seguir el ciclo al fondo de uno u otro depósito,
15 por las tuberías 28 ó 29.

Una tubería 35 de retorno de alimentación se ex-
tiende desde la válvula 1 de cambio de entrada a la tube-
ría 26 de entrada, para recircular gas de purga a secar,
de manera que no se pierda gas de purga. En la tubería 35
20 se incluye un enfriador 11, un separador 12 de agua, y un
purgador 13 automático de agua, para eliminar tanta agua
como sea posible del flujo de purga húmedo, antes de re-
circularlo para secado y nuevo uso. Se puede añadir un me-
didor de temperatura en la tubería 34, para detectar la --
25 temperatura del gas de purga para control del calor de pur-
ga.

El funcionamiento del secador es como sigue: el
gas húmedo influyente, a la presión de la tubería, 2,1 a
21 kg/cm² manométricos, se introduce por la tubería 26 en
30 la válvula 1 de cambio de cuatro vías, donde se envía al

1 ciclo a uno de los depósitos 31 ó 32. Si el depósito 31
está en ciclo de secado, la válvula 1 de cambio de cuatro
vías está fijada para desviar al gas influente por la tu-
bería 23 a la parte superior del depósito 31. El gas in-
5 fluente desciende por el lecho 40 al fondo, siendo adsor-
bida la humedad en el desecador a medida que lo hace, y
el gas seco pasa por el soporte 7 de desecador y filtro 6,
y por la tubería 28 de salida, a través de la válvula 21
de salida de cambio de cuatro vías, a la tubería 25 de su-
10 ministro, donde emerge del secador.

A medida que el gas fluye por el lecho 40, el
contenido de agua en el gas que fluye por el lecho es de-
tectado continuamente por la sonda 50, siendo conducido
gas, en caudal de $14 \text{ dm}^3 \text{ N/min}$, por los agujeros 49 y tubo
15 50 de sonda, por la tubería 52 y válvula 54 abierta, al
detector 57, de donde se expulsa a la atmósfera.

Al mismo tiempo, una porción del gas influente
se desvía por la tubería 33 al orificio 2, y desde allí al
calentador 5 de vapor de agua, donde se calienta hasta una
20 temperatura bastante elevada, del orden de 100°C a 250°C ,
y luego se conduce por la tubería 34 a una válvula 21 de
cuatro vías, que le desvía a la tubería 29, por donde en-
tra al fondo del segundo depósito 32, pasa por el lecho
40 desecador de ese depósito, y sale del depósito por la
25 tubería 24. Esto le conduce a la válvula 1, que le des-
vía a la tubería 35, pasa por el enfriador 11, en el que
se separa por condensación agua que se elimina en el sepa-
rador 12 y purgador 13, y va a la tubería 26 de entrada,
donde se vuelve a unir al flujo influente a secar. Así,
30 no se expulsa nada de purga.

1 El secador continúa en este ciclo hasta que el
detector 57 ha detectado, en el gas que se está secando
el depósito 31, el nivel de humedad predeterminado para el
que el frente está próximo a salir del lecho, con lo que
5 se vuelve a activar el temporizador, y acciona la válvula
15 para poner en posición alternativa el pistón del cilindro
14, cambiando las válvulas 1 y 21 a la siguiente posición
a 180°. Esto desvía al gas influente, que entra por
la tubería 26 desde la tubería 23 a la tubería 24, para
10 entrar a la parte superior del segundo depósito 32, y des-
vía el flujo de purga al fondo del depósito 31, por la tu-
bería 28. El gas procedente del calentador 5 de vapor de
agua se conduce ahora por la tubería 28 de entrada al fon-
do del depósito 31, desde donde asciende por el depósito
15 31, emergiendo por la parte superior del depósito, y sien-
do pasado por la tubería 23 y válvula 1 a la tubería 35,
y desde allí a la tubería 26. En este momento se cierra
la válvula 54, cerrando la tubería 52 al detector 57. La
válvula 55 y tubería 53 sólo se abren después de que el
20 gas del depósito 32 esté frío, tras lo cual el detector
puede detectar humedad en el gas del depósito 32. Este ci-
clo se continúa luego hasta que el detector 57 ha detecta-
do el nivel de humedad predeterminado en el gas del depó-
sito 32, tras lo cual se vuelve a activar el temporizador
25 una vez más, y las válvulas 1 y 21 giran 180° hasta su po-
sición original, y se repite el primer ciclo.

De vez en cuando, preferiblemente a intervalos
regulares, de duración más corta que el tiempo requerido
para que se agote un lecho en funcionamiento, la válvula
30 46 de solenoide se abre, y las válvulas 54 y 55 de solenoí

P-
1 de se cierran. Esto permite que fluya gas húmedo desde la entrada 26 de gas húmedo, directamente al detector 57.

5 Si el detector y el circuito eléctrico en conexión con él señala el aire como húmedo, el secador continuará en funcionamiento normal, realizando el ciclo de vez en cuando según la indicación dada por el detector. Sin embargo, si el detector no responde como húmedo, el secador se pone automáticamente en funcionamiento en ciclo de tiempo fijo, y se acciona una alarma (que no se muestra)
10 para señalar este estado.

El secador que se muestra en la Figura 3 está compuesto por un par de depósitos 60 y 61, cada uno de los cuales tiene en un extremo una entrada 62 y 63, y en el otro extremo una salida 64 y 65. Dispuestas a través de
15 las salidas de cada uno están las mallas 66 de soporte, de acero inoxidable, hechas de malla de alambre o de chapa de acero perforada, cuyo objeto es retener las partículas de desecador dentro de los depósitos.

Los depósitos están llenos de desecador en dos
20 capas 68 y 69, extendiéndose la primera capa 68 amortiguadora en aproximadamente un sexto de la longitud del lecho, constituida por alúmina activada, y estando compuesta la segunda capa 69 por el resto del lecho, constituida por --
25 gel de sílice. La alúmina activada tiene una resistencia al agua libre mayor que la de la gel de sílice, de manera que sirve como amortiguador para la gel de sílice en los extremos de entrada de los lechos.

Dispuesta en el extremo de entrada de cada le-
cho, y extendiéndose aproximadamente en la mitad de la lon-
30 gitud del lecho, hay una agrupación de elementos 70 calen-

1 tadores alargados, en este caso en número de ocho. Estos
están uniformemente espaciados por el lecho. Sin embargo,
se apreciará que se puede usar un número menor o mayor de
5 elementos, según su capacidad térmica. Los extremos de
entrada de los calentadores están provistos de conexiones
71 eléctricas, que se extienden a través de las paredes
de los depósitos 60 y 61 y están conectadas al sistema --
eléctrico, de manera tal que los calentadores se pongan
10 en funcionamiento cuando el lecho se pone en el ciclo de
regeneración, y se paren al final de un tiempo predetermi-
nado, suficiente para efectuar la regeneración del deseca-
dor, que puede ser menos que la duración del ciclo de se-
cado, o que puede ser igual a la longitud del ciclo de se-
cado, dependiendo del tiempo requerido para activar el de-
15 tector 57 de humedad a través de las sondas 50 y 51, dis-
puestas, como se muestra en la Figura 2, justamente deba-
jo de los calentadores en cada lecho 67. El detector 57
está conectado en un circuito con un temporizador, exacta-
mente como en el aparato de la Figura 1.

20 En el sistema de ensayo con detector que propor-
ciona seguridad en caso de fallo, según la invención, se
incluye una conexión 45 de tubería de gas húmedo, que va
de la entrada 26 de gas húmedo directamente a la tubería
56, que conduce al detector 57. El flujo por la tubería
25 45 está controlado por la válvula 46 de solenoide, que es-
tá normalmente cerrada, excepto cuando el circuito del de-
tector ha de ser ensayado para determinar si es operante,
de manera que se describirá ahora.

30 Los depósitos 60 y 61 están interconectados por
un sistema de tuberías, para asegurar el suministro de gas

1 influente, a secar, a la entrada de cualquiera de los le-
chos, y la retirada de gas secado desde la salida de cual-
quiera de los lechos, con tuberías para dirigir el flujo
de purga, sangrado del efluente, al fondo de cualquiera
5 de los lechos para regeneración, y para expulsarlo a la
atmósfera tras salir de la parte superior de cada lecho.
Este sistema está compuesto por una tubería 80 de suminis-
tro de gas húmedo, que conduce gas húmedo a la válvula 81
de cambio, de solenoide, de cuatro vías, y luego por cual-
10 quiera de las tuberías 82 ó 83 a la parte superior de los
depósitos 60 y 61, respectivamente. Unas conexiones 84 y
85 de tubería, similares, se extienden entre las salidas
de los dos depósitos. El flujo por esas tuberías hasta
la tubería 86 de salida está controlado por las válvulas
15 87 y 88 de retención. Otra tubería 89 conduce desde la
unión de las tuberías 84 y 85 a una válvula 90 dosificado-
ra de purga, que controla el volumen de flujo de purga --
sangrado del gas efluente seco, para regeneración del le-
cho secador que está en ciclo de regeneración. La tubería
20 89 conduce al flujo de purga a través del orificio 91 re-
ductor de presión, a una de las tuberías 92 y 93 y válvu-
las de retención 94 y 95, a las salidas 64 y 65 de los --
depósitos 60 y 61. Una tubería 96 de escape de purga con-
duce desde la válvula 81 de cuatro vías, pasando por la --
25 válvula 97 de escape de purga, para expulsar la purga a la
atmósfera.

Si el depósito 60 está en ciclo de secado, y el
depósito 61 en ciclo de regeneración, el funcionamiento
del secador es como sigue: el gas húmedo a la presión de
30 tubería, 1,8 a 25 kg/cm² manom., que entra por la tubería

1 80, es desviado por la válvula 81 a la tubería 82 al de-
pósito 60, y desde allí desciende a través de las capas
68 y 69, pasando la sonda 50, a la salida 64, desde donde
5 es conducido por la tubería 84 a través de la válvula 87
a la tubería 86 de salida. Las válvulas 88 y 94 impiden
el flujo por las tuberías 85 y 92, respectivamente. Una
porción del efluente, controlada por la válvula 90 de pur-
ga, pasa luego por la tubería 89, a través del orificio
91, en el que su presión se reduce hasta la atmosférica
10 debido a la válvula 97 de escape abierta, a la tubería 93,
a través de la válvula 95 de retención (la válvula 94 im-
pide el flujo por la tubería 92), al fondo 65 del segundo
depósito 61, que está en ciclo de regeneración, y desde
allí asciende a través del lecho a la entrada 63, y desde
15 ella por la tubería 83 a la válvula 81 de cambio de cuatro
vías, y se expulsa a la atmosfera por la tubería 96 de es-
cape de purga y válvula 97.

La agrupación de calentadores 70 en el depósito
61, que se está regenerando, está activada, y el lecho de-
20 secador se seca por cocción mientras se somete al flujo de
purga durante el tiempo requerido para regenerar completa-
mente el desecador. Este tiempo puede ser considerable-
mente menor que el tiempo del ciclo de secado que, desde
luego, no está determinado por un ciclo de tiempo fijo,
25 sino por el nivel de humedad en el gas del lecho. En con-
secuencia, los calentadores 70 están regulados de manera
que sólo se activen durante el tiempo necesario para com-
pletar la regeneración del desecador, y cuando ha pasado
este tiempo se paran automáticamente. El flujo de purga
30 de gas se continúa sólo durante un tiempo suficiente para

1 enfriar el lecho desecador hasta temperatura ambiente, a
la cual temperatura la adsorción es más eficaz, y luego
también se para automáticamente cerrando la válvula 97 de
5 escape de purga, volviendo a poner a presión el lecho gas-
tado, dejándolo preparado para el ciclo siguiente. Normal-
mente es adecuado de media hora a dos horas para efectuar
la regeneración completa de un lecho gastado, si el lecho
se calienta mediante los elementos calentadores a una tem-
peratura comprendida entre 100 y 250°C. Sin embargo, se
10 pueden usar, naturalmente, otras temperaturas y tiempos,
dependiendo del desecador que se emplee.

Una porción del gas del depósito 60 se retira
por los agujeros 49 a la sonda 50, y desde allí, por la tu-
bería 52, al detector 57. Cuando el detector 57 ha detec-
15 tado el contenido de humedad predeterminado en este gas,
se vuelve a activar el temporizador, y cambia a la válvu-
la 81 de cambio de cuatro vías, de manera que desvíe el
gas influente a la tubería 83, a la parte superior del se-
gundo depósito 61 en ciclo de secado, y abre la válvula 97
20 de escape de purga. El flujo de purga pasa ahora por la
tubería 89, orificio 91 y tubería 92, a través de la vál-
vula 94, al fondo del depósito 60, que está ahora en el
ciclo de regeneración. En el momento en que cambia la --
válvula 81, los calentadores 70 del lecho 60 se ponen en
25 marcha, calentando el lecho para reactivar el desecador,
y se cierra la válvula 54, cortando al detector 57 del gas
del depósito 60, y se abre la válvula 55, conectando al
detector 57 con el depósito 61. Este ciclo continúa has-
ta que el detector 57 detecta el nivel de humedad predeter-
30 minado en el depósito 61, tras lo cual se vuelven a cam-

1 biar las válvulas 81, 97, 54 y 55 y se repite el ciclo.

5 De vez en cuando, a intervalos regulares, de una duración predeterminada, la válvula 46 de solenoide se abre y las válvulas 54 y 55 de solenoide se cierran. Esto permite que fluya gas húmedo desde la entrada 80 de gas húmedo, directamente al detector 57.

10 Si el detector y el circuito eléctrico conectado con él señala el aire como húmedo, el secador continuará en funcionamiento normal, y la realización del ciclo será según la indicación dada por el detector. Sin embargo, si el detector no responde como húmedo, se pone entonces automáticamente el secador en funcionamiento en ciclo de tiempo fijo, y se da una alarma para señalar ese estado.

15 El secador de la Figura 4 está compuesto por un par de depósitos 131 y 132 desecadores. Estos depósitos están dispuestos verticalmente. Cada depósito contiene un lecho 140 de desecador, tal como gel de sílice. También se disponen en los depósitos 131 y 132 unas lumbreras 106 y 111 de llenado y vaciado de desecador, para vaciar y llenar el desecador de los depósitos.

20 Se dispone un extenso sistema de tuberías que conectan a los dos depósitos, para introducción de gas influente que contiene humedad a eliminar, y para suministro de gas efluente seco, liberado de humedad tras haber atravesado el secador, con las necesarias válvulas para cambiar el flujo de gas influente y efluente a y de cada depósito. En este sistema se incluye una tubería 126 de entrada que conduce al gas influente húmedo a una válvula 101 de cambio de cuatro vías. La válvula 101 es cambiada

1 por presión de aire, a través del cilindro 144, controla-
do por las válvulas 145 y 146 de solenoide, que están con-
troladas por un temporizador, exactamente como en el apa-
rato de la Figura 1. La válvula 101 dirige el flujo de
5 gas influente a una de dos tuberías 123 y 124 de entrada,
conduciendo al gas influente a la parte superior de cada
depósito. Una tubería 103 de escape de purga se extiende
hasta una válvula 114 de escape de purga, y luego expulsa
a atmósfera. La válvula 114 está accionada por el cilin-
10 dro 147, que está controlado por la válvula 148 de sole-
noide.

En el fondo de cada depósito hay un soporte 112
de malla, para desecador, hecho de una malla de alambre de
acero inoxidable sinterizado, que retiene al lecho 140 de
15 desecador en los depósitos 131 y 132. Las tuberías 128 y
129 de salida desde el fondo de los depósitos 131 y 132,
respectivamente, conducen a la tubería 125 de salida de
gas seco. Dispuesta en cada tubería 128 y 129 de salida
hay una malla 113 de filtro que se puede retirar, y está
20 hecha de malla de alambre inoxidable sinterizado. Esta
actúa reteniendo cualquier partícula de desecador que de
lo contrario podría ser arrastrada del lecho 140 más allá
del soporte 112 de desecador, para mantener al resto del
sistema limpio de tales partículas. También en cada tube-
25 ría 128 y 129 están las válvulas 120 y 121 de retención
de salida.

Dispuestas dentro de cada depósito, en un punto
a aproximadamente 152 mm por encima de las tuberías 128 y
129 de salida, están las sondas 50 y 51 para gas, detecto-
30 ras de humedad, que como en la Figura 2 toman muestra del

1 gas en el lecho en ese punto, y conduciéndolo como se ve
en la Figura 2, por las tuberías 52 y 53, pasando las vál-
vulas 54 y 55 de selección, a la tubería 56, y desde allí
5 a un detector 57 para determinación del contenido de hume-
dad en ellas, tras lo cual la tubería 56 va a la atmósfera
a través del filtro 58 y válvula 59 de estrangulamiento.

Las dos válvulas 54 y 55 de solenoide están ac-
cionadas por un dispositivo temporizador, exactamente co-
mo en el aparato de la Figura 1. Estas cortan el flujo
10 de gas al detector durante la regeneración de un depósito.

El secador de la Figura 4 está diseñado para re-
generar un lecho de desecador gastado mediante una purga
de gas influente calentado. Para este fin se dispone un
calentador 115 eléctrico, conectado por una tubería 133
15 con la tubería 134 de derivación, que se extiende entre
las tuberías 128 y 129, y comprende un par de válvulas --
105 y 107 de retención de flujo de purga y un par de vál-
vulas 104 y 108 de vertido. Una segunda tubería 135 de
derivación, con una válvula 102 para volver a poner a pre-
20 sión, se extiende entre los dos extremos de la tubería --
134. Una soplante 118 de purga suministra aire de la at-
mósfera, a través del silenciador y filtro de aspiración
de la soplante, 119, al calentador 115.

En el sistema de ensayo con detector que propor-
25 ciona seguridad en caso de fallo, según la invención, se
incluye una conexión 45 de tubería para gas húmedo, que va
desde la entrada 26 de gas húmedo directamente a la tube-
ría 56 que conduce al detector 57. El flujo por la tubería
45 está controlado por la válvula 46 de solenoide, que es-
30 tá normalmente cerrada, excepto cuando el circuito detec

1 tor se ha de ensayar para determinar si es operante, de
la manera que ahora se describirá.

5 El funcionamiento del secador es como sigue: el
gas húmedo influente, a la presión de tubería, 1,8 a 21
kg/cm² manom., se introduce por la tubería 126 en la vál-
vula 101 de cambio de cuatro vías, donde se realiza el ci-
clo a uno de los depósitos 131 y 132. Si el depósito 131
está en ciclo de secado, la válvula 101 de cambio de cua-
tro vías se fija de manera que desvíe el gas influente por
10 la tubería 123 a la parte superior del depósito 131. El
gas influente desciende a través del lecho 140 hasta el
fondo, siendo adsorbida la humedad sobre el desecador a
medida que lo hace, y el gas seco efluente atraviesa el
soporte 112 de desecador y el filtro 113, a y por la tube-
15 ría 128 de salida, a la tubería 125 de suministro, por don-
de sale del secador, estando las válvulas 121, 105, 102 y
104 cerradas y evitando que pase a las tuberías 129, 134
y 135, o que se descargue a la atmósfera.

20 A medida que el gas fluye por el lecho 140, el
contenido de agua en el gas que fluye por el lecho se de-
tecta continuamente por la sonda 50, siendo conducido gas,
en caudal de 14 dm³M/min, por los agujeros 49 y tubo 50 de
sonda, por la tubería 52 y válvula 54 abierta, al detector
57, de donde se expulsa a la atmósfera.

25 Al mismo tiempo, un flujo de gas de purga es su-
ministrado por la soplante 118 al calentador 115, donde se
calienta hasta una temperatura bastante elevada, del orden
de 100°C a 250°C, y luego se conduce por la tubería 133 a
la tubería 134 de paso en derivación. La válvula 105 está
30 cerrada, lo que desvía a la purga, que pasa por la válvula

1 107 de la tubería 134, al fondo del segundo depósito 132,
pasando por el soporte 112 de desecador, ascendiendo por
el lecho 140 de desecador de ese depósito, y sale del de-
pósito por la tubería 124. Esto le conduce a la válvula
5 101, que le desvía a la tubería 103, pasando por la válvu-
la 114, donde se expulsa la purga gastada.

El depósito 132 continúa en este ciclo hasta --
que un temporizador, fijado para un intervalo de tiempo
predeterminado después de que la regeneración sea comple-
10 ta, envía una señal a la soplante 118 y calentador 115,
que se paran, y luego a la válvula 148 de solenoide, que
acciona un cilindro 147 que cierra a la válvula 114 de es-
cape de purga. El temporizador abre luego la válvula 102
para volver a poner a presión, accionada por solenoide.
15 Esto permite volver a poner a presión el lecho 132. Cuan-
do el detector 57 ha detectado en el gas que se está se-
cando en el depósito 131 el nivel de humedad determina-
do para el que el frente está próximo a salir del lecho,
la válvula 102 se cierra, y la válvula 146 de solenoide
20 se acciona para poner en posición alternativa al cilindro
144 y cambiar la válvula 101 a la siguiente posición a --
180°, desviando el gas influente que entra por la tubería
126 desde la tubería 123 a la tubería 124, para entrar en
la parte superior del segundo depósito 132. Luego se abre
25 la válvula 104 de vertido. Tras un tiempo suficiente, --
usualmente aproximadamente un minuto, para que el gas del
depósito 131 se expulsa por la válvula 104 de vertido, re-
duciendo suficientemente la presión en el depósito, esen-
cialmente hasta la presión atmosférica, la válvula 104 de
30 vertido se cierra, y la válvula 114 de escape de purga se

1 abre. Ahora el flujo de purga transcurre por la tubería
134, pasando la válvula 105, al fondo del depósito 131,
asciende por el depósito 131, saliendo por la parte supe-
5 rior del depósito y siendo expulsado a atmósfera por la
tubería 123, válvula 101, tubería 103 y válvula 114. La
válvula 54 se cierra en el momento en que la válvula 101
se cambia, cerrando la tubería 52 al detector 57. Tras
haberse enfriado el depósito 132, la válvula 55 y tubería
10 53 se abren, de manera que el detector pueda detectar la
humedad en el gas del depósito 132. Este ciclo se conti-
núa luego hasta que el detector 57 haya detectado el nivel
de humedad predeterminado en el gas del depósito 132, tras
lo cual todas las válvulas vuelven a su posición original,
en etapas que permiten que haya etapas intermedias de nue-
15 va puesta a presión y vertido, como antes, y se repite el
primer ciclo.

De vez en cuando, a intervalos regulares de du-
ración predeterminada, la válvula 46 de solenoide se abre
y las válvulas 54 y 55 se cierran. Esto permite que el
20 gas húmedo fluya desde la entrada 26 de gas húmedo direc-
tamente al detector 57.

Si el detector y el circuito eléctrico en cone-
xión con él señala el aire como húmedo, el secador conti-
nuará en funcionamiento normal ante la indicación dada por
25 el detector. Sin embargo, si el detector no responde co-
mo húmedo, el secador se pone entonces automáticamente en
funcionamiento en ciclo fijo, y se señala un estado de --
alarma.

En el secador que se muestra en la Figura 5 no
30 se emplea calor para efectuar la regeneración del deseca-

1 dor gastado.

El secador está compuesto por dos depósitos, 231 y 232, provistos de conexiones de tubería adecuadas para suministrar gas húmedo influente y gas seco efluente a y de cada depósito, y con lumbreras 220 y 221 de llenado y vaciado de desecador, respectivamente. El desecador 213 está soportado sobre soportes 208 de malla en cada depósito. El control de flujo de gas húmedo influente procedente de la tubería 230 de entrada se hace por unas válvulas 201 y 199, que dirigen el flujo de gas influente a la tubería 198 o a la tubería 189, y desde allí al fondo de los depósitos 231 y 232.

El gas seco efluente sale de los depósitos por una de las tuberías 241 ó 242, ambas de las cuales están conectadas a la salida 233 de gas seco. En cada tubería hay un filtro 207 de malla de alambre de acero inoxidable sinterizado, que se puede limpiar, y una válvula de retención, 200 y 204.

Una tubería 244 transversal forma puente entre las tuberías 241 y 242 de salida, y está provista de dos válvulas 205 y 245 de retención, a cada lado de una tubería 246 paralela que se extiende a la tubería 233 de salida. En la tubería 246 hay un orificio 212 reductor de presión, más allá del cual la presión se reduce a la atmosférica cuando las válvulas 202 ó 225 de escape de purga están abiertas, y una válvula 203 de ajuste de purga, para medir el flujo por la tubería 246. Esto controla el volumen de flujo de purga sangrado del gas efluente para regeneración del depósito gastado, que se lee en el indicador 211 de flujo de purga.

1 Una tubería 215 de paso en derivación rodea al
orificio 212 de flujo de purga y válvula 203 de ajuste,
para nueva puesta a presión, controlada por la válvula --
217. Otra tubería 216 se extiende entre las tuberías 198
5 y 189, y está provista de válvulas 202 y 225, respectiva-
mente, de escape de purga, que expulsan la purga a la at-
mósfera cuando están abiertas, por los amortiguadores 209
de escape, en la tubería 226.

10 En unos puntos a aproximadamente 152 mm de la
entrada de cada depósito hay un par de sondas 50 y 51 de-
tectoras de humedad, como en la Figura 2. El gas cargado
de humedad se transporta por las tuberías 52 y 53 a un de-
tector 57 de humedad, que detecta el nivel de humedad en
15 él, y responde al mismo cuando se alcanza un nivel de hu-
medad predeterminado, y controla al temporizador que con-
trola el funcionamiento de las válvulas 201 y 199, y tam-
bién las válvulas 202 y 225 de escape de purga y válvula
217 de nueva puesta a presión.

20 En el sistema de ensayo con detector que propor-
ciona seguridad en caso de fallo, según la invención, se
incluye una conexión 45 para tubería de gas húmedo, que va
desde la entrada 26 de gas húmedo directamente a la tube-
ría 56 que conduce al detector 57. El flujo por la tube-
ría 45 está controlado por la válvula 46 de solenoide, que
25 está normalmente cerrada, excepto cuando el circuito detec-
tor se ha de ensayar para determinar si es operante, de la
manera que ahora se describirá.

30 Si el depósito de la izquierda está en ciclo de
secado, y el depósito de la derecha en ciclo de regenera-
ción, el funcionamiento del secador transcurre como sigue:

1 - el gas húmedo influente, por ejemplo a 7 kg/cm^2 manom. y
con caudal de $8,6 \text{ m}^3\text{N/min}$, saturado a 27°C , entra por la
entrada 230 a la tubería 198, pasa por la válvula 201 y
entra en el fondo del primer depósito 231, y desde allí --
5 asciende por el lecho de desecador 213 que hay en él, por
ejemplo gel de sílice, pasando la sonda 50 detectora de
humedad, a la salida, y desde allí a través del filtro --
207, tubería 241 (impidiendo la válvula 245 de retención
que entre en la tubería 244) y por la válvula 200 de reten-
10 ción a la tubería 233 de salida de gas seco. El gas efluen-
te se suministra allí a 7 kg/cm^2 manom. y $7,5 \text{ m}^3\text{N/min}$ con
punto de rocío de -73°C . La válvula 204 de retención im-
pide la entrada de gas seco a la tubería 242. El resto --
del gas seco efluente, $1,1 \text{ m}^3\text{N/min}$ en este ejemplo, se san-
15 gra por la tubería 246 del extremo de la tubería 241 a la
salida, y se conduce pasando por la válvula 203 y orificio
212, donde su presión se reduce a la atmosférica, y luego
por la tubería 244 a la parte superior del segundo depósi-
to 232, que está en ciclo de regeneración. El flujo de
20 purga descende a través del lecho 213 de desecador, y --
emerge por el fondo en la tubería 216, y desde allí atra-
viesa la válvula 225 de escape de purga hasta la tubería
226 y amortiguadores 209, desde donde se expulsa a la at-
mósfera.

25 Dado que el tiempo que cada lecho estará en ci-
clo de secado es normalmente mucho mayor que el periodo de
tiempo requerido para regenerar el lecho gastado, las vál-
vulas 202 y 225 de escape de purga se regulan de manera --
que solo sean accionadas durante el tiempo necesario para
30 completar la regeneración del desecador. Cuando ha pasado

1 - este tiempo se cierran automáticamente, y se abre automáticamente la válvula 217 de nueva puesta a presión. Esto se hace mediante un temporizador, como en el aparato de la Figura 1.

5 Este ciclo continúa hasta que el detector 57 de humedad, a través de la sonda 50, haya detectado el nivel de humedad predeterminado en el gas del depósito 231, con lo que el temporizador se reactiva, y primero cierra la
10 las válvulas 200, 201 y 205, y luego abre la válvula 204, de manera que el gas húmedo influente que entra por la entrada 230 pasa por la tubería 189 al depósito 232, mientras que el gas seco efluente puede pasar ahora desde la parte superior del depósito 232 a la tubería 233 de suministro de gas seco, y se impide la entrada de gas seco a
15 las tuberías 241 y 244 desde la tubería 242. El flujo de gas de purga en la tubería 244 transversal se invierte -- ahora, y la purga fluye por la tubería 244 a través de la válvula 245, a la parte superior del depósito 231, que está en ciclo de regeneración, y desde allí descendentemente a través del lecho, a la tubería 198, y desde ella por la válvula 202 y tubería 216, tubería 226 y amortiguadores 209, donde se expulsa a atmósfera. Este ciclo continúa --
20 hasta que se completa el ciclo de tiempo de regeneración predeterminado, tras lo cual el temporizador cierra la válvula 202 de escape de purga y abre la válvula 217 de nueva puesta a presión, para volver a poner a presión el depósito 231. El sistema continúa con el depósito 232 en ciclo de secado, hasta que el detector 57 de humedad, a
25 través de la sonda 51 del depósito 232, detecta el nivel

1 de humedad predeterminado en el gas del lecho, con lo que se reactiva el temporizador, se invierten las válvulas, y se empieza de nuevo el ciclo.

5 Usualmente, el ciclo de secado se efectúa con gas a presión superatmosférica, del orden de 1,1 a 25 -- kg/cm² manom. El orificio 212 de la tubería 246 transversal, en combinación con las válvulas 202 y 225 de escape de purga, asegura que el ciclo de regeneración se efectúe a una presión considerablemente reducida, respecto a aque-
10 lla a la que se efectúa el ciclo de adsorción.

Para asegurar la regeneración del lecho gastado durante el ciclo de regeneración, el tiempo adjudicado -- por el temporizador y el volumen de flujo de purga se ajustan según el volumen de desecador, el nivel de humedad al
15 que se termina el ciclo, y la presión a la que se efectúa la adsorción, para asegurar que la regeneración pueda ser completa dentro del tiempo de ciclo adjudicado. Los secadores sin calor trabajan bajo condiciones de equilibrio, y las condiciones de equilibrio se han de mantener bajo
20 todas las condiciones a que se pueda someter el secador en el uso.

De vez en cuando, preferiblemente a intervalos regulares, de una duración predeterminada, la válvula 46 de solenoide se abre y las válvulas 54 y 55 de solenoide se cierran. Esto permite que fluya gas húmedo desde la en-
25 trada 26 de gas húmedo directamente al detector 57.

Si el detector y el circuito eléctrico conectado a él señala el aire como húmedo, el secador continuará en funcionamiento normal, realizando el ciclo de los le-
30 chos según la indicación dada por el detector. Sin embar-

1 go, si el detector no responde como húmedo, el secador se
pone automáticamente en funcionamiento en ciclo de tiempo
fijo, y una alarma señalará este estado.

5 En el secador que se muestra en la Figura 6 no
se emplea calor para efectuar la regeneración del deseca-
dor gastado, y se usa un eyector de vapor de agua para re-
ducir la presión por debajo de la atmosférica durante la
regeneración.

10 El secador está compuesto por dos depósitos, 331
y 332, provistos de conexiones de tubería adecuadas para
suministrar gas húmedo influente y gas seco efluente a
de cada depósito, y con unas lumbreras 320 y 321 de llená-
do y vaciado de desecador, respectivamente. El desecador
15 313 está soportado sobre unos soportes 308 de malla en ca-
da depósito. El control del flujo de gas húmedo influen-
te, procedente de la tubería 330 de entrada, se realiza --
por las válvulas 301 y 299, que dirigen el flujo de gas in-
fluente a la tubería 298 o tubería 289, y desde allí al --
fondo de los depósitos 331 y 332.

20 El gas seco efluente sale de los depósitos por
una de las tuberías 341 y 342, ambas de las cuales están
conectadas a la salida 333 de gas seco. En cada tubería
hay un filtro 307 de malla de alambre de acero inoxidable,
que se puede limpiar, y una válvula 300 ó 304 de retención.

25 Una tubería 344 transversal forma puente entre
las tuberías 341 y 342 de salida, y está provista de dos
válvulas 305 y 345 de retención, a cada lado de una tube-
ría 346 paralela que se extiende hasta la tubería 333 de
salida. En la tubería 346 hay un orificio 312 reductor de
30 presión, más allá del cual se reduce la presión hasta por

1 debajo de la atmosférica, cuando las válvulas 302 ó 325
de escape de purga están abiertas, y una válvula 303 de
ajuste de purga para medir el flujo por la tubería 346.
Esto controla el volumen de flujo de purga sangrado del
5 gas efluente para regeneración del depósito gastado, que
se lee en el indicador 311 de flujo de purga.

La tubería 315 de paso en derivación rodea al
orificio 312 de flujo de purga y válvula 303 de ajuste, pa
ra nueva puesta a presión de un depósito regenerado, con-
10 trolada por la válvula 317. Otra tubería 316 se extiende
entre las tuberías 298 y 289, y está provista de válvulas
302 y 325 de escape de purga, respectivamente, que contro-
lan la expulsión a atmósfera de flujo de purga a través --
del eyector 309 de vapor de agua, de la tubería 326.

15 En puntos a aproximadamente 152 mm de la entrada
de cada depósito hay un par de sondas 50 y 51 detectoras
de humedad, como en la Figura 2, con agujeros 49 para en-
trada de gas que atraviesa los lechos desecadores en cada
depósito. Este gas cargado de humedad se transporta por
20 las tuberías 52 y 53 a un detector 57 de humedad, exacta-
mente como en la Figura 2, y responde a ello cuando se al-
canza un nivel de humedad predeterminado, y controla al --
temporizador que controla el funcionamiento de las válvu-
las 301 y 299, y también a las válvulas 302 y 325 de esca-
25 pe de purga y válvula 317 de nueva puesta a presión.

En el sistema de ensayo con detector que propor-
ciona seguridad en caso de fallo, según la invención, se
incluye una conexión 45 de tubería de gas húmedo, que va
desde la entrada 26 de gas húmedo directamente a la tube-
30 ría 56 que conduce al detector 57. El flujo por la tube-

1 ría 45 está controlado por la válvula 46 de solenoide, --
que está normalmente cerrada, excepto cuando el circuito
detector se ha de ensayar para determinar si es operante,
de la manera que se describirá ahora.

5 Si el depósito de la izquierda está en ciclo de
secado, y el depósito de la derecha en ciclo de regenera-
ción, el funcionamiento del secador transcurre como sigue:
el gas húmedo influente, por ejemplo a $1,8 \text{ kg/cm}^2$ manom.
y con caudal de $8,6 \text{ m}^3\text{N/min}$, entra por la entrada 330 a.
10 la tubería 298, pasa por la válvula 301 y entra en el fon-
do del primer depósito 331, y desde allí asciende a tra-
vés del lecho de desecador 313 que hay en él, por ejemplo
gel de sílice, más allá de la sonda 50 detectora de hume-
dad hasta la salida, y desde allí a través del filtro 307,
15 tubería 341 (impidiendo la válvula 345 de retención la en-
trada a la tubería 344) y válvula 300 de retención, a la
tubería 333 de suministro de gas seco. El efluente se su-
ministra allí a $1,8 \text{ kg/cm}^2$ manom. y $7,6 \text{ m}^3\text{N/min}$. La vál-
vula 304 de retención impide la entrada de gas seco a la
20 tubería 342. El resto del gas seco efluente, $1,0 \text{ m}^3\text{N/min}$
en este ejemplo, se sangra por la tubería 346 desde el ex-
tremo de la tubería 341 a la salida, y se conduce pasando
por la válvula 303 y orificio 312, donde se reduce su pre-
sión, debido al escape del eyector 309 de vapor de agua,
25 hasta menos que la atmosférica, $0,4 \text{ kg/cm}^2$ manom. en este
ejemplo, y luego por la tubería 344 a la parte superior --
del segundo depósito 332, que está en ciclo de regenera-
ción. El flujo de purga desciende a través del lecho 313
desecador, y emerge por el fondo a la tubería 316, y desde
30 allí atraviesa la válvula 325 de escape de purga hasta la

1 -tubería 326 y eyector 309, por donde se expulsa a la atmós-
fera.

Al final de un tiempo predeterminado, la válvu-
la 325 de purga se cierra y la válvula 317 de nueva puesta
5 a presión se abre, por el temporizador, como en el aparato
de la Figura 5.

Este ciclo continúa hasta que el detector 57 de
humedad, a través de la sonda 59, haya detectado el nivel
de humedad predeterminado en el gas del depósito 331, tras
10 lo cual se reactiva el temporizador, y primero cierra la
válvula 317 de nueva puesta a presión, abre la válvula --
299, luego cierra la válvula 301 para cambiar el flujo --
desde el fondo del depósito 331 al fondo del depósito 332,
a través de la tubería 289, cierra las válvulas 300 y 305,
15 y luego abre la válvula 304, de manera que ahora puede pa-
sar gas seco efluente desde la parte superior del depósi-
to 332 a la tubería 333 de suministro de gas seco, y se im-
pide la entrada de gas seco en las tuberías 341 y 344 des-
de la tubería 342. Ahora se invierte el flujo de gas de
20 purga en la tubería 344 transversal, y la purga fluye por
la tubería 344 a través de la válvula 345, a la parte su-
perior del depósito 331, que está en ciclo de regeneración,
y desde allí desciende a través del lecho a la tubería --
298, y desde ella por la tubería 316, a través de la vál-
vula 302 de escape de purga, abierta, tubería 326 y eyec-
25 tor 309 de vapor de agua, por donde se expulsa a la atmós-
fera. Este ciclo continúa exactamente como en el aparato
de la Figura 5, tras lo cual las válvulas se invierten y
empieza el ciclo de nuevo.

30 Usualmente, el ciclo de secado se efectúa con --

1 - gas a una presión atmosférica o superior, del orden de 1,1
a 25 kg/cm² abs. El orificio 312 de la tubería 346 trans-
versal, en combinación con el eyector 309 de vapor de --
5 agua y válvulas 302 y 325 de escape, asegura que el ciclo
de regeneración se efectúe a una presión considerablemen-
te reducida respecto a aquella a la que se efectúa el ci-
clo de adsorción, por ejemplo de 0,04 a 1,1 kg/cm² abs.

De vez en cuando, a intervalos regulares, de una
duración predeterminada, se abre la válvula 46 de solenoi-
10 de, y se cierran las válvulas 54 y 55 de solenoide. Esto
permite que el gas húmedo fluya desde la entrada 26 de gas
húmedo directamente al detector 57.

Si el detector y circuito eléctrico en conexión
con él señala el aire como húmedo, el secador continuará
15 en funcionamiento normal, realizando el ciclo de los le-
chos según la indicación dada por el detector. Sin embar-
go, si el detector no responde como húmedo, entonces el
secador se pone automáticamente en funcionamiento en ci-
clo de tiempo fijo, y una alarma señala este estado.

20 Para asegurar la regeneración del lecho gastado
durante el ciclo de regeneración, el tiempo adjudicado --
por el temporizador se ajusta, junto con el volumen de flu-
jo de purga, según el volumen de desecador, el nivel de
humedad al que se termina el ciclo, y la presión a que se
25 efectúa la desorción, para asegurar que la regeneración
se pueda completar dentro del tiempo de ciclo adjudicado.
Los secadores sin calor trabajan bajo condiciones de equi-
librio, y las condiciones de equilibrio se han de mantener
bajo todas las condiciones a que pueda estar sometido el
30 secador en el uso.

1 Debido a que los elementos detectores de hume-
dad son sensibles al calor, es deseable interrumpir la tu-
bería que conduce al detector desde el lecho si se calien-
ta el lecho para regeneración. Siempre es deseable tam-
5 bién interrumpir la tubería al lecho que no está en fun-
cionamiento. Para este fin se dispone usualmente una vál-
vula de solenoide, como se muestra en los dibujos, en la
tubería que conduce desde la sonda detectora de humedad
al elemento detector, y esta válvula se puede disponer pa-
10 ra que se cierre automáticamente siempre que el gas que
le llegue esté a o por encima de una temperatura predeter-
minada, y que se abra automáticamente cuando la temperatu-
ra haya disminuído hasta por debajo de esa temperatura.

15 Los sistemas de secador de la invención se pue-
den usar con cualquier tipo de sorbente adaptado para ad-
sorber humedad de gases. Se pueden usar como desecador
carbón activado, alúmina, gel de sílice, óxido de magne-
sio, diversos óxidos metálicos, arcillas, tierra de batán,
hueso calcinado, y Mobilbeads, y compuestos similares ad-
20 sorbentes de humedad.

25 También se pueden usar tamices moleculares, da-
do que en muchos casos tienen propiedades de eliminación
de humedad. En esta clase de materiales se incluyen las
zeolitas, tanto las existentes en la naturaleza como las
sintéticas, cuyos poros pueden variar de diámetro desde el
orden de varias unidades ^oÅngstrom hasta de 12 a 15 ^oÅ o más.
La chabasita y analcita son zeolitas naturales representa-
tivas que se pueden usar. Entre las zeolitas sintéticas
que se pueden usar se incluyen las descritas en las paten-
30 tes de los EE.UU. nº 2.442.191 y 2.306.610. Todos estos

1 materiales son bien conocidos como desecadores, y las des-
cripciones detalladas de ellos se hallarán en la biblio-
grafía.

5 Todos los secadores descritos y mostrados en --
los dibujos están adaptados para regeneración por flujo
de purga, pasando la purga en contracorriente respecto al
gas húmedo influente. Esta, como es bien sabido, es la
manera más eficaz de utilizar un lecho desecador. A medi-
10 da que un gas húmedo atraviesa un lecho desecador en una
dirección, el contenido de humedad en el desecador dismi-
nuye progresivamente, y normalmente la menor cantidad de
humedad se habrá adsorbido en el extremo de salida del le-
cho. En consecuencia, introducir el gas de purga regene-
15 rador a partir del extremo de salida no es más que buena
práctica ingenieril, para evitar que se arrastre humedad
desde la parte más húmeda del lecho a la parte más seca --
del lecho, y alargar así el tiempo requerido de ciclo de
regeneración. Si se introduce el flujo de purga por el
extremo de salida, la humedad allí presente, aunque pueda
20 estar en pequeña cantidad, será expulsada entonces por el
flujo de purga y llevada hacia el extremo más húmedo del
lecho. Así se regenera progresivamente el lecho desde el
extremo de salida, y toda la humedad es arrastrada en la
menor distancia posible por el lecho, antes de emerger --
25 por el extremo de entrada.

Sin embargo, para algunos fines puede ser desea-
ble llevar el flujo de purga en la misma dirección que el
flujo influente. Según la invención, se puede llevar el
contenido de humedad en el desecador hasta un nivel muy
30 alto, mucho mayor que el normalmente factible, debido a la

1 acción protectora del elemento detector de humedad, que
hace posible cortar el flujo en un momento calibrado res-
pecto al nivel de humedad con más precisión que lo que --
hasta ahora ha sido posible. En consecuencia, en muchos
5 casos, si el lecho se lleva casi hasta el punto de satura-
ción en todo él, no habrá mucha diferencia si el flujo de
purga entra por el extremo de influente o por el extremo
de salida, y la invención contempla ambos tipos de funcio-
namiento, aunque, desde luego, la regeneración en contra-
10 corriente se prefiere en la mayoría de los casos.

Cada uno de los aparatos de secado ilustrados
en los dibujos emplea una sonda detectora de humedad por
depósito. Sin embargo, también se pueden emplear dos, --
tres o más de tales sondas por depósito. Esto asegurará
15 el funcionamiento del dispositivo pese al fallo de una o
más sondas en el grupo. Las sondas detectoras de humedad
se pueden disponer a diferentes niveles en el lecho dese-
cador, de manera que sigan el paso del frente de humedad
progresivamente a través del lecho. Como se ha indicado
20 antes, a medida que el ciclo de secado continúa, el fren-
te de humedad se desplaza gradualmente desde el extremo de
entrada hacia el extremo de salida del lecho. Por tanto,
el paso del frente actuará, desde luego, sobre una sonda
más alejada del extremo de salida antes que sobre una son-
25 da más próxima al extremo de salida. Dos sondas espacia-
das entre ellas en una distancia significativa actuarán en
tiempos diferentes, y este hecho se puede usar para accio-
nar diferentes etapas del ciclo, tal como la regeneración
y la nueva puesta a presión, en tiempos diferentes.

30 Así, se puede emplear una sonda en un punto es-

1 - paciado a una distancia considerable del extremo de salida del lecho, por ejemplo a medio camino en el lecho, para detectar el frente en el tiempo A del ciclo y accionar el paro de los calentadores en el lecho que se está regenerando, por ejemplo, de manera que aquellos se paren lo bastante pronto para asegurar el enfriamiento del lecho que está en ciclo de regeneración antes de ponerle en ciclo de secado. Se puede usar una segunda sonda intermedia para accionar el cierre de las válvulas de escape de purga, y poner de nuevo a presión el lecho regenerado. 5 Una tercera sonda, en el extremo lejano del lecho, puede accionar el cambio de los conmutadores de ciclo y terminar el ciclo de secado. En este caso, desde luego, no se necesita temporizador, y el tiempo de ciclo de regeneración está determinado, no por un temporizador, sino por el detector. 10 15

La sonda dentro del lecho desecador puede estar a cualquier profundidad dentro del diámetro del lecho, pero la distancia desde la salida depende de la velocidad y temperatura del gas, que influyen sobre la velocidad de desplazamiento y el contorno del frente de humedad en el lecho. Otros factores, antes discutidos, son el contenido de humedad en el gas influente y el contenido o nivel de humedad para el que se acciona el detector. 20

25 El elemento detector de humedad se puede disponer para que detecte cualquier nivel de humedad deseado. Sin embargo, los instrumentos para detectar puntos de rocío o humedades relativas muy bajos son bastante costosos de manera que normalmente el instrumento estará adaptado para detectar un contenido de humedad en el intervalo por 30

1 encima de un punto de rocío de aproximadamente -34°C , de-
bido a que se dispone de dispositivos de fiar y baratos
para detectar niveles de humedad en ese intervalo. Sin
embargo, se dispone de equipo para detectar puntos de ro-
5 cío por debajo de -73°C , y se puede usar estos si se de-
sea o se requiere. El nivel de humedad para el gas seco
efluente del lecho desecador no es normalmente menor que
aproximadamente -90°C de punto de rocío, en el extremo de
salida del lecho.

10 La localización precisa de la sonda en el lecho
está determinada por uno de dos factores, el periodo de
tiempo para regenerar el lecho y la evitación de que se
sobrepase el punto de rocío del efluente. Evidentemente,
la sonda se ha de situar y ajustar de manera que la sonda
15 detecte un punto de rocío alto antes de que el punto de
rocío del efluente se haga excesivo, bajo las condiciones
más adversas de caudal de influente, humedad y temperatu-
ra. Esto se puede hacer como se muestra en la Figura 1
de la patente nº 3.448.561. Sin embargo, la sonda tam-
20 bién ha de estar situada de manera que la cantidad de --
agua requerida para saturar un lecho lo suficientemente
para que accione al elemento detector pueda ser desorbi-
da en el ciclo de tiempo de regeneración proporcionado.
Así, en un secador en el que el tiempo de regeneración --
25 aumante desproporcionadamente con el aumento de contenido
de agua en el lecho, tal como un tipo sin calor, la sonda
se desplazará hacia más cerca de la entrada, y el lecho
se considerará gastado a un contenido menor de humedad to-
tal en el lecho, en comparación con un secador calentado.
30 Como se ha indicado antes, tomando en considera

1 ción los anteriores factores, la posición apropiada de la
sonda para detección del frente de humedad, en el momento
apropiado para terminar un ciclo de secado bajo cuales-
quiera condiciones de adsorción dadas, se puede determi-
5 nar empíricamente, obteniendo y representando gráficamente
datos de punto de rocío-tiempo o humedad relativa-tien-
po para el aparato de secado, como se ilustra en la Figu-
ra 1.

Los siguientes ejemplos, en opinión de los auto-
10 res de la invención, representan un método preferido de
operación de un sistema secador, según la invención.

Ejemplo 1

Un secador reactivable por calor, de dos lechos,
del tipo que se muestra en la Figura 4, que tenía dos le-
15 chos desecadores de 1372 mm de longitud y 305 mm de diá-
metro, conteniendo en una primera capa, adyacente al ex-
tremo de entrada, 4,5 kg de alúmina activada, y luego en
una segunda capa 67 kg de gel de sílice, se usó para se-
car aire a humedad relativa del 90%, 38°C a 21°C, y 6,3
20 kg/cm² manom. de presión de entrada. La velocidad de flu-
jo superficial del aire fué 15 m por minuto. Dos detecto-
res de humedad, X e Y, accionables a aproximadamente 3%
de humedad relativa, se pusieron en el lecho, X a 305 mm
e Y a 152 mm desde el extremo de salida del lecho, y se
25 puso un detector Z de humedad a la salida del lecho. Los
siguientes son los datos para cuatro ciclos de secado --
efectuados usando este aparato bajo esas condiciones, ter-
minando en cada caso el ciclo de secado cuando el detec-
tor Y dió la alarma.

TABLA I

Curva	Temp. de entrada (°C)	Tiempo hasta alarma en detectores (hrs)		Punto de rocío del efluente (°C)		
		X	Y	Al poco de la experiencia	Cuando X dió alarma	Cuando Y dió alarma
1	38	5	6	-68	-68	-64
2	32	7,5	9,1	-73	-73	-73
3	27	12	14,5	-77	-77	-77
4	21	18,8	21,8	-85	-85	-85

1 Por los datos, es evidente que cada uno de los
detectores de humedad X e Y dió la alarma a tiempo para
terminar el ciclo de secado a un nivel de humedad sin ries
go en el gas efluente. También está claro, por los dife-
5 rentes tiempos del ciclo, que el detector hizo posible el
ajuste del periodo de ciclo para adaptarse a la variación
de nivel de humedad en el aire influente, y preservar así
la vida del desecador disminuyendo el número de regenera-
ciones sustancialmente. Para asegurar el suministro de
10 un gas efluente del nivel de humedad apropiado, si este
secador hubiera estado en un intervalo de ciclo por tiem-
pos, habría sido necesario fijar el intervalo de ciclo a
5,5 horas para evitar pasarse a 100°C, ya que si se hubie-
ra seguido más allá de ello, el nivel de humedad del gas
15 efluente podría haber excedido de los requisitos. El tien-
po de ciclo se puede extender tanto como 22 horas, si se
introduce aire a 21°C y, por tanto, menos humedad. Es evi-
dente que a medida que el contenido de humedad en el aire
influyente se reduce más, el tiempo de ciclo se extenderá.
20 correspondientemente. Son posibles tiempos tan grandes
como 300 horas y más.

 Para simular el fallo de los detectores X e Y
se instalaron unos detectores defectuosos. El circuito
de ensayo del detector se fijó de manera que la válvula
25 46 de solenoide estaba dispuesta para abrir a intervalos
de 5 horas, y permanecer abierta durante 90 segundos, ad-
mitiendo aire húmedo desde la entrada de gas húmedo al de-
tector durante este periodo. Se dispuso un temporizador
para abrir la válvula 46, y con ello la tubería 45, cada
30 5 horas.

1 Al actuar, con la válvula 46 abierta, los detectores X e Y no pudieron detectar aire húmedo. Por tanto, el circuito de alarma actuó tras 60 segundos, tras lo --
5 puso en funcionamiento de ciclo de tiempo fijo.

Luego se volvieron a instalar los detectores X e Y, de manera que fueran operantes, y se repuso el circuito eléctrico. El secador continuó secando influente durante 5 horas, tras lo cual se volvió a hacer funcionar el circuito de ensayo, para ensayar si eran operantes los detectores X e Y. La válvula 46 de solenoide se abrió, y se admitió aire húmedo por la tubería 45 y 56 al detector. Esta vez los detectores detectaron el estado de humedad, mostrando que eran operantes, tras lo cual el secador permaneció en funcionamiento de ciclo accionado por detector.
10
15

Ejemplo 2

Un secador reactivable por calor, de dos lechos del tipo que se muestra en la Figura 4, que tenía dos lechos de desecador de 1372 mm de longitud y 305 mm de diámetro, que contenía en una primera capa, adyacente al extremo de entrada, 4,5 kg de alúmina activada, y luego en una segunda capa 67 kg de gel de sílice, se usó para secar aire de humedad relativa del 90%, 38°C y 6,3 kg/cm² manom. de presión de entrada. El caudal fué 7,8 m³N/min, igual a una velocidad de flujo superficial de 15 m por minuto. Se situaron en el lecho doce detectores de humedad, A hasta L, espaciados entre 76 y 152 mm entre ellos, como se muestra en la Tabla II, detectando humedad relativa entre 5 y 50%. Un detector M de humedad se dispuso a la sa
20
25
30

1 lida del lecho. Estos se usaron para detectar el avance
 del gradiente de concentración desde la entrada a la sa-
 lida del lecho, midiendo la humedad relativa del gas en
 cada punto. La humedad del efluente, en p.p.m., se da en
 5 la Tabla III según el tiempo.

Tabla II

	<u>Milímetros desde la entrada</u>	<u>Detector</u>
	76	A
	152	B
10	229	C
	305	D
	381	E
	457	F
	533	G
15	686	H
	838	I
	991	J
	1143	K
	1295	L
20	1372 (salida)	M

25

30

1

Tabla III

	<u>Tiempo, horas: minutos</u>	<u>Contenido de humedad en el gas de salida (p.p.m.)</u>
	0:00	2,1
5	0:30	2,1
	1:00	2,1
	1:30	2,1
	2:00	2,1
	2:40	2,1
10	3:05	2,1
	3:30	2,1
	4:00	2,1
	4:30	2,0
	5:00	2,0
15	5:05	2,0
	5:10	2,0
	5:15	2,0
	5:20	2,0
	5:25	2,0
20	5:30	2,2
	5:35	3,0
	5:45	8,0
	5:50	14,0
	6:00	31,0
25	6:10	65,0
	6:20	130
	6:30	215

30

12117

1 Se observa que el punto de paso en el efluente
tuvo lugar a aproximadamente cinco horas y treinta minu-
tos tras iniciar el ensayo. Es evidente que la totalidad
de los doce detectores actuó en un tiempo suficientemente
5 temprano para impedir pasarse, y que cada uno de los de-
tectores se podía usar en cualquier localización en el le-
cho para detectar la llegada del gradiente de concentra-
ción a ese punto. Así, el ciclo se podría haber termina-
do en cualquier punto que hubiera podido requerirse para
10 asegurar el suministro de gas efluente del nivel de hume-
dad apropiado.

 Para simular el fallo de los detectores X e Y
se instalaron detectores defectuosos. El circuito de en-
sayo de detector se estableció de manera que la válvula
15 46 de solenoide se dispuso para abrir a intervalos de 4
horas, y permanecer abierta durante 90 segundos, admitien-
do aire húmedo desde la entrada de gas húmedo al detector
durante este periodo. Se dispuso un temporizador para --
abrir la válvula 46, y por tanto la tubería 45, cada 4 ho-
20 ras.

 Al actuar, con la válvula 46 abierta, los detec-
tores X e Y no pudieron detectar aire húmedo. Por tanto,
el circuito de alarma actuó tras 60 segundos, tras lo --
cual la válvula 46 de solenoide se cerró y el secador se
25 puso en funcionamiento en ciclo de tiempo fijo.

 Luego se volvieron a instalar los detectores X
e Y, de manera que fuesen operantes, y se repuso el cir-
cuito eléctrico. El secador continuó secando influente
durante 5 horas, tras lo cual se volvió a hacer funcionar
30 el circuito de ensayo, para ensayar si eran operantes los

1 detectores X e Y. La válvula 46 de solenoide se abrió y
se admitió aire húmedo por la tubería 45 y 56 al detec-
tor. Esta vez los detectores detectaron el estado hume-
do, mostrando que eran operantes, tras lo cual el secador
5 permaneció en funcionamiento de ciclo accionado por detec-
tor.

Aunque la invención se ha descrito con énfasis
principal en un secador por desecación y un procedimiento
para secar gases, será evidente para los expertos en la
10 técnica que este aparato, con una elección adecuada de --
sorbente, se puede usar para separar uno o más componen-
tes gaseosos de una mezcla gaseosa. En tal caso, el com-
ponente adsorbido también se puede separar del sorbente
por aplicación de calor, y opcionalmente, además, reduc-
15 ción de presión, durante la regeneración. Así, el proce-
dimiento se puede usar para la separación de hidrógeno de
corrientes de hidrocarburo de petróleo, y otras mezclas
gaseosas que lo contienen, para separación de oxígeno de
nitrógeno, para separación de olefinas de hidrocarburos
20 saturados, y similares. Los expertos en la técnica cono-
cen sorbentes que se pueden usar para este fin.

En muchos casos, los sorbentes útiles para eli-
minar humedad del aire se pueden usar también para adsor-
ber preferentemente uno o más componentes gaseosos de una
25 mezcla de ellos, tal como el carbono activado, lana de vi-
drio, algodón adsorbente, óxidos metálicos y arcillas ta-
les como attapulgita y bentonita, tierra de batán, huesos
calcinados y zeolitas naturales y sintéticas. Las zeoli-
tas son particularmente eficaces para separar nitrógeno,
30 hidrógeno y olefinas, tales como etileno o propileno, de

1 una mezcla con propano e hidrocarburos parafínicos superiores, o butano u olefinas superiores. La selectividad de una zeolita depende del tamaño de poro del material. La bibliografía disponible muestra la capacidad de adsorción selectiva de las zeolitas disponibles, de manera que la selección de un material para un fin concreto es bastante simple, y no forma parte de la presente invención.

5
10 En algunos casos se puede usar el sorbente para separar una pluralidad de materiales en un solo paso. La alúmina activada, por ejemplo, adsorberá tanto vapor de humedad como dióxido de carbono, en contraste con las Mobilbeads, que adsorberán sólo vapor de agua en tal mezcla.

15 El aparato empleado para este fin será el mismo que se ha descrito y mostrado en las Figuras 1 a 6 inclusive, y el procedimiento también es como se ha descrito, adecuadamente modificado según las proporciones de los componentes a separar, la presión y temperatura de trabajo, y el volumen de sorbente disponible.

20 Sin embargo, se entenderá que el procedimiento tiene particular aplicación en el secado de gases, y que esta es la realización preferida de la invención.

25

30

1

REIVINDICACIONES

5

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:

10

15

20

25

30

1ª.- Procedimiento mejorado para reducir la -- concentración de vapor de agua en una mezcla del mismo con un segundo gas, hasta por debajo de una concentración máxima límite del mismo en el segundo gas, que comprende pasar la mezcla en contacto con y desde un extremo a otro extremo de un lecho de un sorbente que tiene una afinidad preferente para el vapor de agua, adsorber vapor de agua en él para formar un efluente gaseoso que tiene una concentración del mismo por debajo del máximo, y formar un gradiente de concentración de vapor de agua en el lecho, que disminuye progresivamente de un extremo al otro extremo a medida que continúa la adsorción, y una concentración en aumento de vapor de agua en el segundo gas, que define un frente de concentración que avanza progresivamente en el lecho desde un extremo al otro extremo a medida que disminuye la capacidad de sorción del mismo, detectar el avance de sustancialmente el borde anterior del frente en el lecho, por toma de muestras del gas y determinación del -- contenido de vapor de agua en el mismo en un punto predeterminado del lecho, suficientemente lejos del extremo del lecho para impedir que el frente salga del lecho, e interrumpiendo luego el paso de la mezcla gaseosa en contacto con el lecho antes de que el frente pueda salir del lecho

12117

1 y se pueda exceder la concentración máxima límite de vapor
de agua en el segundo gas, en el que la mejora comprende
introducir de vez en cuando en el detector aire húmedo pro-
cedente de la entrada al secador; observar cualquier au-
5 sencia de respuesta que detecte al aire como húmedo; e in-
terrumpir el paso de la mezcla gaseosa en contacto con el
lecho antes de que el frente pueda abandonar el lecho sin
que actúe el detector.

10 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,
donde el paso de la mezcla gaseosa en contacto con el le-
cho se interrumpe automáticamente tras un intervalo de
tiempo predeterminado, menor que el requerido para que el
frente de concentración abandone el lecho.

15 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,
que comprende desorber vapor de agua del lecho pasando un
flujo de purga de gas con baja concentración de dicho va-
por de agua en contacto con el lecho, y repitiendo luego
los ciclos de adsorción y desorción en secuencia, pasando
aire húmedo procedente de la entrada al secador, al detec-
20 tor, al menos una vez durante cada ciclo.

4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,
que comprende eliminar del lecho el vapor de agua sorbido,
a una temperatura elevada suficiente para desorber dicho
vapor de agua.

25 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,
que comprende eliminar del lecho el vapor de agua sorbido,
a una presión menor que la presión a la que se efectúa la
adsorción.

30 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,
que comprende eliminar del lecho el vapor de agua sorbido,

1 a una presión menor que la atmosférica.

5 7a.- Procedimiento según la reivindicación 1a, que comprende emplear dos lechos de sorbente, un primero de los cuales está en ciclo de adsorción del vapor del agua mientras el otro de los cuales está en ciclo de desorción del vapor de agua mediante un flujo de purga que comprende gas efluente del primer lecho, pasando aire húmedo procedente de la entrada al secador al menos una vez durante cada ciclo.

10 8a.- Procedimiento según la reivindicación 7a, donde el lecho en ciclo de desorción se somete al flujo de purga a temperatura ambiente.

15 9a.- Procedimiento según la reivindicación 7a, donde el lecho en ciclo de desorción se somete al flujo de purga a una temperatura elevada suficiente para ayudar a desorber dicho vapor de agua.

10a.- Procedimiento según la reivindicación 7a, donde el lecho en ciclo de desorción se somete al flujo de purga a una presión menor que la del ciclo de adsorción.

20 11a.- Aparato para reducir la concentración de vapor de agua en una mezcla del mismo con un segundo gas, hasta por debajo de una concentración máxima límite del mismo en el segundo gas, que comprende, en combinación, un recipiente; una cámara en él para un lecho de sorbente que
25 tiene una afinidad preferente para el vapor de agua; una tubería para suministrar gas efluente desde un extremo de salida de dicho lecho; medios de sonda en el lecho, en una posición en que se tomen muestras del gas para detectar el contenido de vapor de agua en el mismo, para detectar sustancialmente el borde anterior del frente en un punto pre-
30

1 determinado suficientemente lejos del extremo del lecho
para impedir que el borde anterior del frente abandone el
lecho; medios de detección en conexión de flujo gaseoso
con la sonda, para detectar la concentración de vapor de
5 agua en el segundo gas en la sonda, y que dan una señal
como respuesta a la misma, a una concentración predetermi-
nada de vapor de agua; medios para cerrar el flujo de gas
influyente como respuesta a la señal; una tubería para su-
ministrar gas influyente húmedo a los medios de detección,
10 para determinar la capacidad de los medios de detección
para detectar el vapor de agua allí contenido; y medios
para señalar cuándo el detector es incapaz de detectar tal
gas influyente con vapor de agua.

12^a.- Aparato según la reivindicación 11^a, que
15 comprende medios para cerrar el flujo influyente de gas en
respuesta a la señal de que el detector es incapaz.

13^a.- Aparato según la reivindicación 11^a, que
comprende un par de recipientes, cada uno de los cuales
tiene cámaras en él para un lecho de sorbente, y cada uno
20 de los cuales tiene tuberías para suministro de gas in-
fluyente y para suministro de gas efluente; medios de son-
da en una porción central del lecho, en conexión de flujo
gaseoso con unos medios de detección; y medios para inter-
cambiar los lechos a intervalos de tiempo fijos, acciona-
dos por una señal de que el detector es incapaz.
25

14^a.- Aparato según la reivindicación 13^a, don-
de los medios de intercambio también desvían una porción
de gas efluente desde un recipiente hasta el otro reci-
piente, para desorción con flujo de purga del vapor de
30 agua sorbido, del lecho.

1 15a.- Aparato según la reivindicación 11a, que
comprende medios para calentar el lecho de sorbente en el
recipiente, hasta una temperatura elevada suficiente para
ayudar a desorber un gas sorbido en él.

5 16a.- Aparato según la reivindicación 15a, don-
de los medios de calentamiento se disponen para calentar
solo aquella porción del lecho en que ha habido sorción
hasta al menos el 20% de su capacidad de gas sorbido.

10 17a.- Aparato según la reivindicación 11a, que
comprende medios para reducir la presión durante la desor-
ción, hasta por debajo de la presión durante la adsorción.

18a.- Aparato según la reivindicación 11a, don-
de el recipiente no tiene calentador.

15 19a.- PROCEDIMIENTO MEJORADO Y APARATO PARA RE-
DUCIR LA CONCENTRACION DE VAPOR DE AGUA EN UNA MEZCLA DEL
MISMO CON UN SEGUNDO GAS.

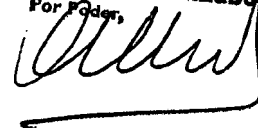
Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con
los fines que se han especificado.

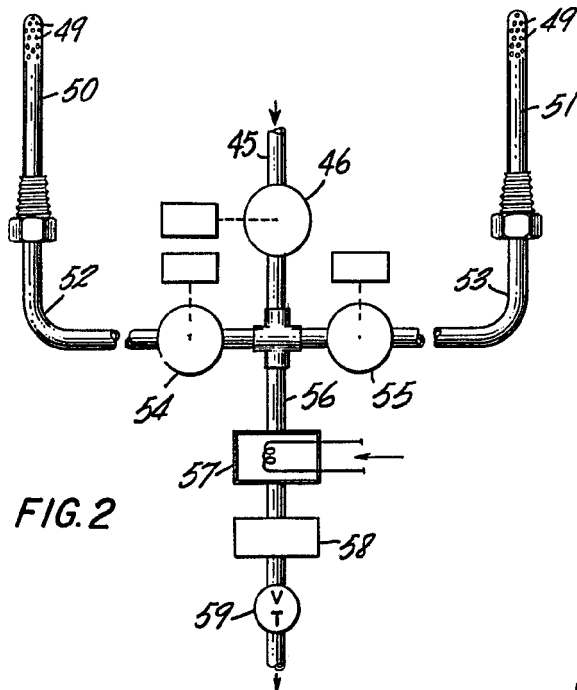
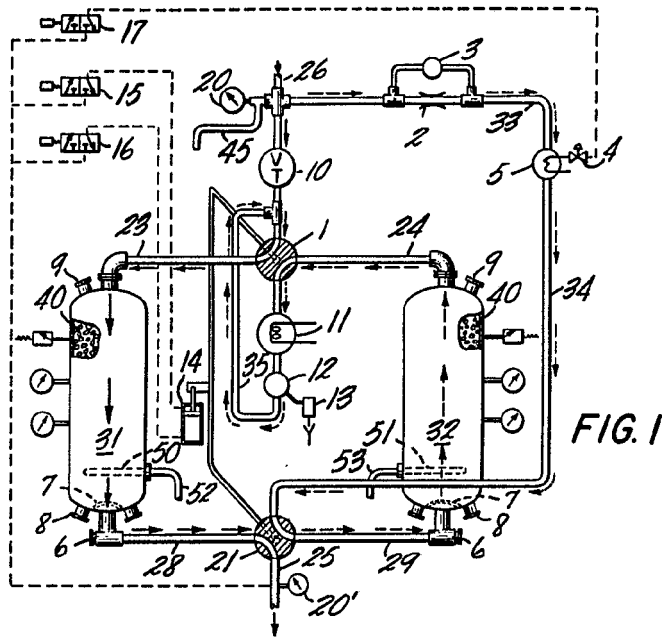
20 Esta Memoria consta de sesenta y seis hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 08.AGO.1978

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder,





Albano de Elizbur
For Peder,

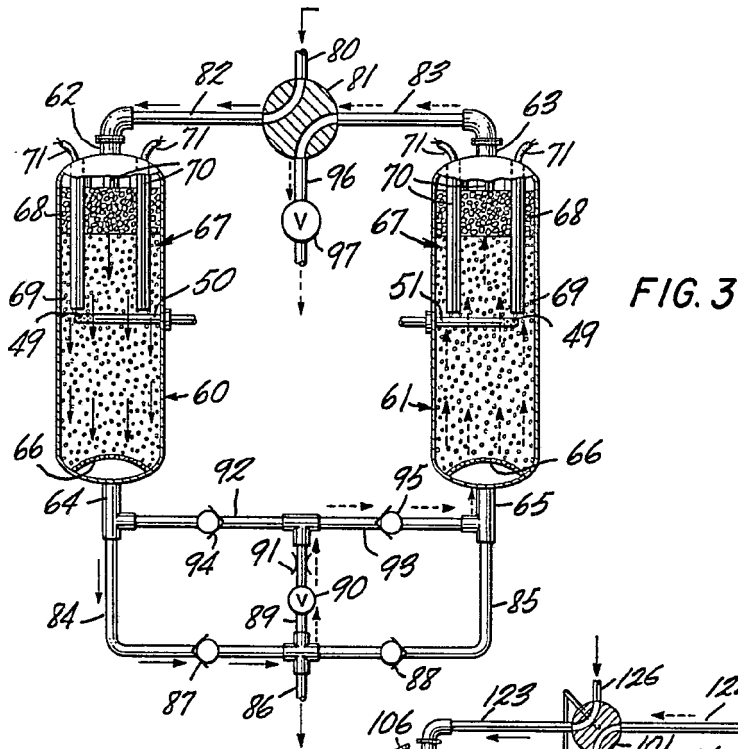


FIG. 3

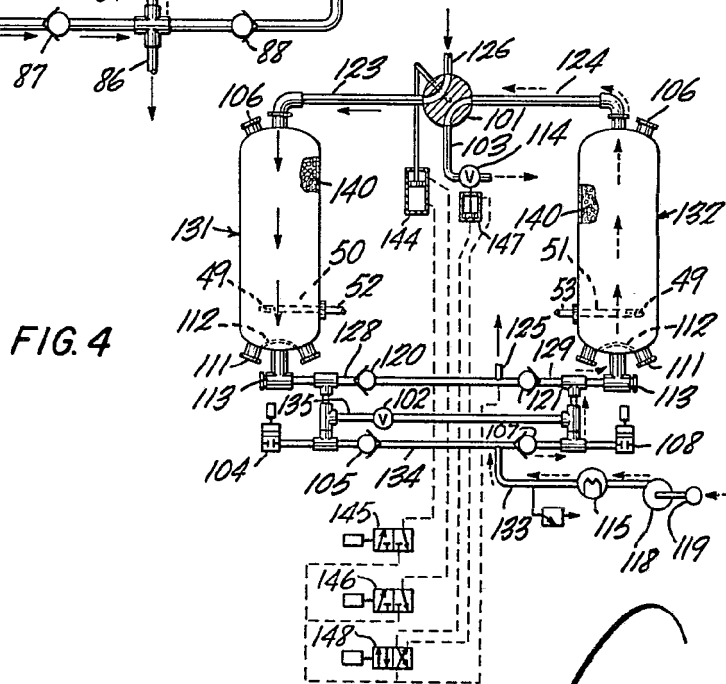


FIG. 4

Alberto de Elzaburu
For P. & S.

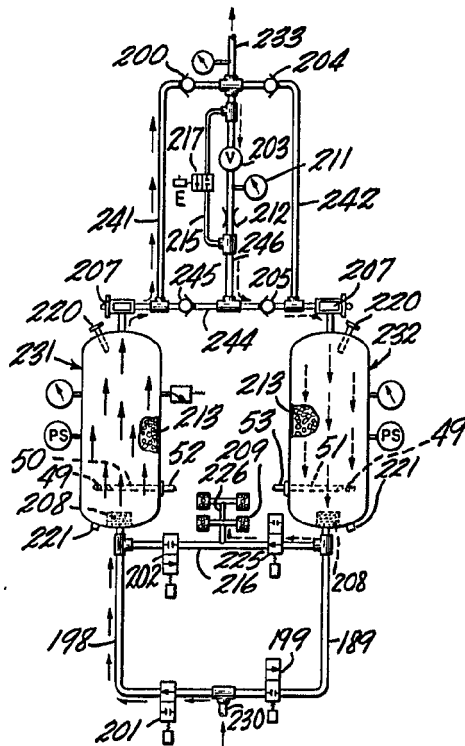


FIG. 5

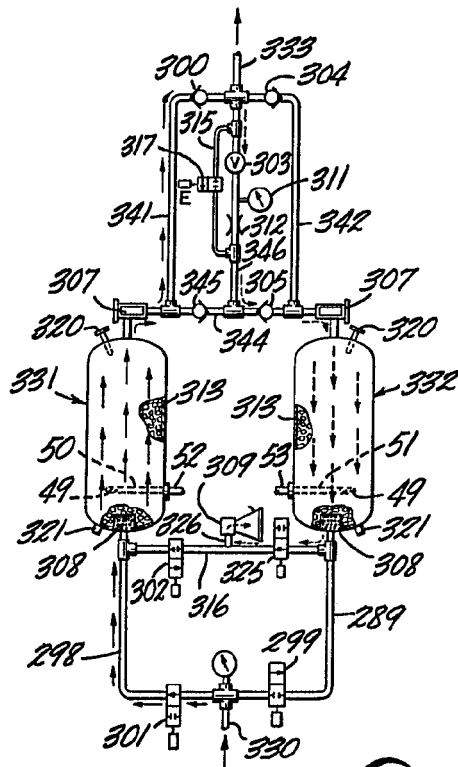


FIG. 6

Alberto de Elizabury
Per Poder.