

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	486290	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		23 NOV. 1979	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y en el contenido de la memoria adjunta.

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
P 28 51 847.0	30-11-1978	ALEMANIA

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01D 53/02	

64 TITULO DE LA INVENCION

Procedimiento para el funcionamiento de una instalacion de adsorción de cambio de presión, que trabaja cíclicamente.

71 SOLICITANTE (S)

LINDE AKTIENGESSELLSCHAFT. (Sociedad alemana).

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

D-6200 WIESBADEN (ALEMANIA FEDERAL) Abraham-Lincoln-Strasse 21.

72 INVENTOR (ES)

1) Christian BENKMAN. (Alemán).  
 2) Paul LEITGER (Italiano).  
 3) Stefan ASZTALOS (Checo).

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. CARLOS ROEB UNGEHEUER.

POOR QUALITY

1 El invento se refiere a un procedimiento para el funciona-  
miento de una instalación de adsorción de cambio de pre-  
sión, que trabaja cíclicamente, para la purificación y -  
descomposición de gases con varios adsorbedores, de los  
que cada uno recorre, dentro de un ciclo, un número, deter-  
5 minado previamente, de compases de adsorción, expansión,  
respectivamente compensación de presión, lavado y nueva  
compresión.

10 Para la purificación y descomposición de gases, especial-  
mente para la purificación de gas natural o para la des-  
composición de gases nobles, aire, gases de ciudad, gases  
de disociación, mezclas de gases, ricas en hidrógeno o -  
hidrocarburos de forma gaseosa, hoy en día, a causa de su  
economía y de su eficacia, se emplean con frecuencia pro-  
15 cedimientos de adsorción. Han demostrado especialmente su  
utilidad en el último tiempo, procedimientos, que transcurren  
casi isotérmicamente y son conocidos como procedimientos  
de adsorción de cambio de presión. En ellos, la desor-  
ción respectivamente regeneración del medio adsorbente -  
20 cargado no se efectúa por un aumento de temperatura, que  
haría necesaria una refrigeración subsiguiente a la adsor-  
ción, sino meramente por disminución de la presión sobre  
el adsorbente cargado, completándose la desorción en sus  
últimas etapas frecuentemente por aplicación de un gas la-  
25 vador. Pertenece además al estado de la técnica el emplear  
los gases liberados en el deslastre de presión de un  
adsorbedor, cargado de un modo más o menos completo, para  
el aumento de la presión en otros adsorbedores, que se en-  
30 cuentren a un nivel de presión más bajo.

1 Así, por ejemplo, se conoce de la memoria expositiva de pa-  
tente alemana 26 24 346 emplear para la purificación, res-  
pectivamente descomposición de algunas de las mezclas de  
gases, mencionadas inicialmente, instalaciones de adsor-  
ción de cambio de presión que están equipadas de hasta -  
5 9 adsorbedores. A cada adsorbedor en la instalación cono-  
cida, están coordinadas 6 válvulas. Suceden a la adsorción,  
efectuada a presión más alta en el procedimiento conocido,  
varias etapas de distensión, por las que primeramente el  
gas, situado en las oquedades del medio de adsorción, pero  
10 más tarde también se liberan componentes adsorbidos. Las  
primeras etapas de distensión se realizan por equilibrio  
de presión con otros adsorbedores, situados a presiones  
más bajas que, de esta manera, se llevan de nuevo a una  
cierta presión. Solamente el gas, resultante en la última  
15 etapa de distensión, se retira como gas residual sucedièn-  
do a ello un lavado de contracorriente para alejar en lo  
posible desde el adsorbente todos los componentes adsorbi-  
dos. En un número de etapas de formación de presión, en  
su mayor parte por equilibrio de presión con otros adsorbe-  
20 dores situados a presiones más altas, la presión entonces  
se aumenta de nuevo en el adsorbedor desorbido, en lo que  
se efectúa el último aumento de presión a la presión de  
adsorción con gas de producto.

25 En tales instalaciones importa la duración de los distin-  
tos compases dentro de un ciclo hasta que el adsorbedor de  
nuevo ha retornado a su estado de partida, con frecuencia  
sólo algunos minutos. Eventualmente los tiempos de compás  
están situados incluso sólo en el orden de valores de segun-  
30

1 dos.

5 Resulta evidente que un cambio tan rápido de las presiones y de los flujos de gas impone elevadas exigencias a la posibilidad de sollicitación de los adsorbedores, de las tuberías y de las válvulas, especialmente si se toma en consideración, que en tales instalaciones se cuenta con una duración de vida de 10 años.

10 Aunque estos hechos en el establecimiento de tales instalaciones se toman en cuenta, sin embargo, ocasionalmente se producen averías, que deben achacarse al cansancio del material o a defectos del mismo, daños que pueden atacar, tanto a los adsorbedores, como también a las tuberías o a las válvulas, que se expresan en general como pérdidas de presión en los adsorbedores y en los sistemas de tuberías y que hacen necesario detener la instalación, comprobar la totalidad de las partes de los aparatos, descubrir los defectos, repararlos o cambiarlos por nuevos y poner en funcionamiento de nuevo la instalación. Tales tiempos de detención traen consigo extraordinarios inconvenientes económicos, especialmente cuando las fracciones obtenidas en el procedimiento de adsorción tienen que entregarse en cantidad constante, a instalaciones que también trabajan continuamente para la ulterior elaboración.

15  
20  
25 Por lo tanto, el problema del presente invento consiste en crear un procedimiento que hace posible reconocer rápidamente los defectos y seguir haciendo funcionar una instalación de adsorción de cambio de presión, entonces con exclusión de las partes reconocidas como defectuosas, con un número disminuido de partes de aparatos, de modo que en con-

30

1 junto se garantiza un funcionamiento totalmente continuo.  
Este problema se resuelve según el invento, porque para  
los adsorbedores y/o las válvulas de la instalación de  
adsorción de cambio de presión se eligen valores físicos  
5 medibles y se persiguen midiendo continuamente y porque,  
al manifestarse diferencias entre los valores nominales  
y efectivos de estos valores, las partes de aparatos, de-  
terminadas como defectuosas, se eliminan en bloque y los  
adsorbedores, restantes, parcialmente siguen marchando has-  
ta compases fijados previamente y en parte permanecen en  
10 un estado hasta que todos los adsorbedores restantes estén  
adaptados a una sucesión de compases correspondientes a su  
número.

Para la ejecución del procedimiento según el invento, las  
15 válvulas de una instalación de adsorción de cambio de presión  
pueden proveerse de un indicador de posición, que señale  
la posición de una válvula. Si la posición no coincide  
con la posición nominal de la válvula entonces esto  
puede reconocerse por una sencilla emisión de señal y pueden  
20 adoptarse medidas para eliminar el defecto. Este procedimiento  
según el invento tiene la ventaja de que, con ayuda de los  
indicadores de posición, puede identificarse inmediatamente,  
de modo unívoco, una válvula defectuosa, pero adolece del defecto  
de que no pueden reconocerse defectos de válvula, que residen,  
25 por ejemplo, a una falta de estanqueidad del asiento.

Faltas de estanqueidad en el asiento de válvulas son defectos,  
cuyos resultados sólo se hacen notar paulatinamente y que,  
30 ante todas las cosas son difíciles de determinar.

1 porque se expresan solamente en desviaciones de presión -  
en adsorbedores o tuberías, que todavía están en comunica-  
ción con otras tuberías, válvulas y otros adsorbedores.  
El invento posee la decisiva ventaja de haber desarrollado,  
5 precisamente para tales defectos, un método de localiza-  
ción rápido y seguro.

Sirve de base al invento al conocimiento de que la falta  
de estanqueidad de una válvula que, por naturaleza, prodú-  
ce presiones delante y detrás de la válvula, que se des-  
vían de la presión nominal, puede reconocerse rápidamente  
10 cuando se comparan los estados de presión, que se estable-  
cen delante y detrás de la válvula en todas las partes de  
aparatos, que están en comunicación con la tubería, en la  
que se encuentra la válvula en un determinado compás de  
manobra, con los respectivos estados de presión nominales  
15 y entonces, de un número de válvulas sospechosas primera-  
mente en un mayor número, por progresiva comparación de  
los estados de presión en otros compases y en otros adsor-  
bedores, en que resulten también válvulas sospechosas, por  
deducciones lógicas finalmente se determina aquella que  
20 puede ser responsable como única para un mayor número de  
desviaciones de presión.

Como valor físico muy adecuado, que puede perseguirse con-  
tinuamente ha demostrado ser, en instalaciones de adsorción  
25 de cambio de presión, la presión en los adsorbedores. De  
qué modo se mide la presión o si se mide adecuadamente pa-  
ra ello una presión absoluta o una variación de presión o  
un transcurso de presión para ello, depende de qué tipo de  
procedimientos de cambio de presión se realizan, qué medios  
30

1 técnicos auxiliares y de vigilancia están disponibles, que diferencias de presión reinan entre adsorción y desorción etc.

5 Es posible, por ejemplo, realizar una variación de presión predeterminada por una regulación automática de las válvulas dentro de un tiempo determinado. Después, por ejemplo, la posición de las válvulas en un determinado instante de tiempo durante la modificación de presión puede elegirse como valor físico, que deba vigilarse.

10 Puede hacerse funcionar instalaciones de adsorción de cambio de presión de tal manera que los distintos compases de maniobra, es decir las conmutaciones de válvulas, no se efectúen según un plan de tiempo, sino de acuerdo con un plan de presión, es decir, que las válvulas se conmutan cuando la presión, en determinadas partes de la instalación, por ejemplo, en los adsorbadores o en las tuberías de comunicación ha alcanzado un valor determinado anteriormente fijado. En el caso de una línea característica de válvula dada previamente, existe entonces la posibilidad de medir 20 el tiempo, que transcurre hasta la conmutación y aprovechar desviaciones de los tiempos nominales como indicios para válvulas defectuosas.

25 El método más extendido para hacer funcionar instalaciones de adsorción de cambio de presión, sin embargo, consiste en hacer seguir las conmutaciones según un plan de tiempo, fijado exactamente de modo previo. En este caso ha demostrado ser especialmente adecuado según el invento elegir las presiones en los adsorbadores y/o en las tuberías de enlace como valores físicos y aprovecharlas para la deter- 30

1 minación de válvulas defectuosas.

5 En principio, una válvula no estanca puede producir, bien sea una presión más alta o una más baja que la presión nominal. Si la presión efectiva sobrepasa la presión nominal entonces entran en consideración como válvulas todas aque-  
10 llas, que están situadas entre el lugar de medición, respectivamente el adsorbedor, en que se encuentra el lugar de medición y las otras partes de los aparatos, que tienen una presión más alta. Si, por otra parte, la desviación respecto al valor nominal se efectúa hacia abajo, entonces son sospechosas todas aquellas válvulas, que estén situadas entre el lugar de medición y las partes de aparatos, que se encuentran a una presión más baja. Por una ulterior -  
15 persecución de las presiones en los compases siguientes en el mismo adsorbedor y también en otros adsorbedores, entonces, por una comparación de los valores efectivos y nominales, en cada caso, pueden excluirse determinadas válvulas anteriormente sospechosas, de modo que, finalmente, puede determinarse una única válvula, es decir la que es defectuosa.

20 Para la mejor comprensión se explicará primeramente, de modo más detallado, el invento por medio de la instalación de nueve adsorbedores, ilustrada en la fig. 1 y el esquema de compases respectivo ilustrado en la fig. 2, de estos -  
25 9 adsorbedores.

30 A través de la tubería 107 y de la válvula 11 llega gas crudo al adsorbedor 1. En el adsorbedor 1 se retienen los componentes más fácilmente absorbibles, mientras que los componentes más difícilmente absorbibles abandonan la ins-

1 talación a través de la válvula 12 y de la tubería 104.  
Después de terminada la adsorción, la parte de la corriente de gas crudo, conducida hasta ahora hacia el adsorbedor 1, se conmuta hacia otro adsorbedor (en el presente caso, al adsorbedor 4) y se hace descender en el adsorbedor 1  
5 la presión a una primera presión intermedia (E1). Esto se efectúa por compensación de presión con el adsorbedor 5 por apertura de las válvulas 15 y 55. Seguidamente se hace descender la presión en el adsorbedor 1 a una segunda presión intermedia (E2) y esto por compensación de presión con  
10 el adsorbedor 6 a través de las válvulas 16 y 56 y a una tercera presión intermedia (E3) por compensación de presión con el adsorbedor 7 a través de las válvulas 16 y 76.  
Durante estos descensos de presión en el adsorbedor 1, que se efectúan en la dirección de la adsorción, se eleva la  
15 presión en los adsorbedores 5, 6 y 7 (B1, B2 respectivamente B3). Después se sigue haciendo descender (E4) la presión en el adsorbedor 1 por apertura de las válvulas 13, 83 y 84. El gas, desde el adsorbedor 1, fluye ahora a través del  
20 adsorbedor 8, que en ello se lava liberándose totalmente (S2) de los componentes anteriormente absorbidos. La mezcla de gases, que se forma, llega a través de la tubería 5 al depósito de compensación 101.  
Seguidamente se cierran las válvulas 83 y 84 y se abren -  
25 las válvulas 93 y 94 (E5) por lo que se libera, por lavado, el adsorbedor 9 de una parte de los componentes anteriormente absorbidos (S1). Ambas etapas de lavado se efectúan en contracorriente a la adsorción.  
30 A continuación de ello se cierran las válvulas 13, 93 y 94

1 y se deja salir (E6) el resto del gas situado en el adsorbador 1, por la abertura de la válvula 14, como gas residual, a los depósitos 101. Después de ello el adsorbador 1 ya no tiene ninguna sobrepresión y está listo para ser lavado.

5 El lavado (S1) se realiza por una comunicación del adsorbador 1 con el adsorbador 2, situado todavía a presión a través de las válvulas abiertas 23, 13 y 14. El gas llega a través de la tubería 105 al depósito 101. El adsorbador 2 recorre en ello su quinto compás de distensión (E5). Para el segundo compás de lavado (S2) del adsorbador 1 se cierra la válvula 23 y se abre la válvula 33, de modo que el adsorbador obtiene ahora gas lavador desde el adsorbador 3, que recorre su cuarto compás de distensión (E4). El gas llega de nuevo al depósito 101.

15 El aumento de la presión en el adsorbador 1, que sigue al lavado, se efectúa en cuatro etapas. A este objeto se lleva el adsorbador 1 (B3), por cierre de la válvula 14 y - apertura de las válvulas 46 y 16, a compensación de presión con el adsorbador 4, en lo que éste último recorre su tercer compás de distensión (E3). El ulterior aumento de presión en el adsorbador 1 (B2) se efectúa por cierre de la válvula 46 y apertura de la válvula 56, en lo que se expande el adsorbador 5 (E2). El tercer incremento de presión (B1) se efectúa por cierre de la válvula 56 y apertura de las válvulas 6,5 y 15 para que se efectúa comunicación con el adsorbador 6, que en ello experimenta también una expansión (E1).

25  
30 El último incremento de presión (B) a la presión de absor-

1 ción se efectúa con gas de producto, desviado, abriéndose  
las válvulas 102 y 15. El adsorbedor 1 está disponible de  
nuevo para una renovada absorción.

5 En el esquema de la fig. 2 se han inscrito dos adsorbedo-  
res, uno debajo de otro en la numeración de la fig. 1, en  
la línea superior, los números de compases T y, en cada  
compas, los números característicos de compás j de la ta-  
bla 1 con las correspondientes designaciones de compás,  
que resultan también de la ta-bla 1.

10 En las figs. 3 y 5 hasta 7 se encuentran las mismas indi-  
caciones en la misma disposición.

15 Del esquema de la fig. 2 puede observarse, que en la insta-  
lación ilustrada en la fig. 1, en cada caso, están conec-  
tados a absorción siempre 3 adsorbedores simultáneamente,  
pero desplazados temporalmente algo entre sí. En cada comp-  
pás de absorción llega, por lo tanto, a cada adsorbedor  
solamente un tercio del volumen de gas crudo.

20 El esquema de compases, que ha recorrido en la instalación  
ilustrada en la fig. 1, cada adsorbedor se ha descrito -  
meramente en el ejemplo del adsorbedor 1. Resulta evidente  
para el técnico en la materia que los esquemas de compases  
de los restantes adsorbedores 2 a 9, así como, por lo de-  
más, sin duda se deducen del esquema de la fig. 2, del es-  
25 quema de compases del adsorbedor 1 correspondiendo en todos  
puntos y meramente están desplazados cronológicamente res-  
pecto a éste, de modo que la instalación suministra en to-  
tal una corriente de gas de producto, que fluye continua-  
mente.

30 En el ejemplo de esta instalación de 9 adsorbedores con 6

1 etapas de presión se ilustrará ahora la determinación de un defecto de válvula según el invento.

El estado de cada adsorbedor se caracteriza por su número característico de compás  $j$ . Este número característico de compás se calcula según

5 
$$j = T - 2 (i - 1) \quad (1)$$

en lo que  $T$  = número de compás

$i$  = número del adsorbedor en el orden de su cesión de los adsorbedores.

El número de compás máximo se calcula como sigue:

10 
$$T_{MAX} = 2n_A + 2m = 2n \quad (2)$$

en lo que  $n$  = número de los adsorbedores

$n_A$  = número de los adsorbedores situados simultáneamente en absorción.

15  $m$  = número de los grados de presión.

Según el invento se coordina a cada número característico de compás un número característico de presión  $p_j$ , que en general, reproduce un determinado nivel de presión. Para una instalación con 9 adsorbedores según las figuras 1 y 2 resulta, por ejemplo, el siguiente esquema para los números característicos de compás respectivamente de presión:

(Sigue la tabla 1).

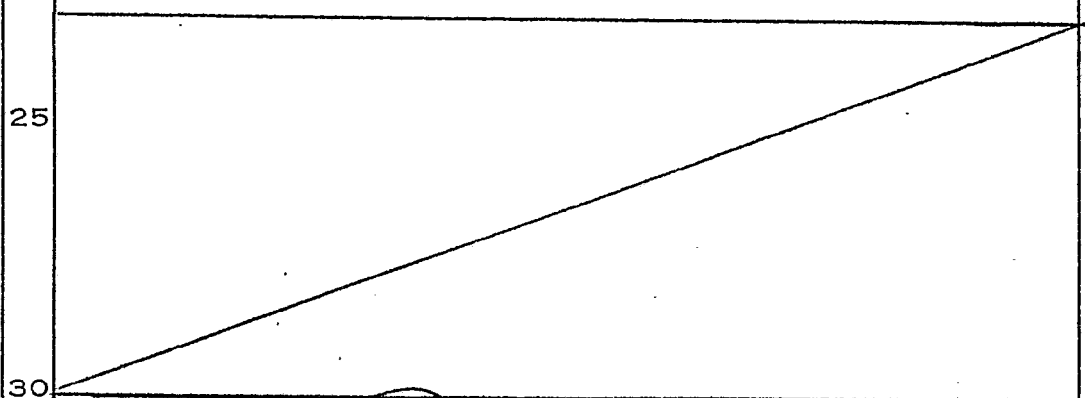


TABLA 1

	Número ca- racterísti- co de compás	Número ca- racterísti- co de pre- sión	Designa- ción de compás	Descripción de compás
5	j = 1	P <sub>j</sub> = 6	A	1-er Compás de adsorción
	j = 2	P <sub>j</sub> = 6	A	2º Compás de adsorción
	j = 3	P <sub>j</sub> = 6	A	3-er Compás de adsorción
	j = 4	P <sub>j</sub> = 6	A	4º Compás de adsorción
	j = 5	P <sub>j</sub> = 6	A	5º Compás de adsorción
10	j = 6	P <sub>j</sub> = 6	A	6º Compás de adsorción
	j = 7	P <sub>j</sub> = 5	E1	1-er Compás de expansión
	j = 8	P <sub>j</sub> = 4	E2	2º Compás de expansión
	j = 9	P <sub>j</sub> = 3	E3	3-er Compás de expansión
	j = 10	P <sub>j</sub> = 2	E4	4º Compás de expansión
15	j = 11	P <sub>j</sub> = 1	E5	5º Compás de expansión
	j = 12	P <sub>j</sub> = 0	E6	6º Compás de expansión
	j = 13	P <sub>j</sub> = 0	S1	1-er Compás de lavado
	j = 14	P <sub>j</sub> = 0	S2	2º Compás de lavado
20	j = 15	P <sub>j</sub> = 2	B3	1-er Compás de formación de presión
	j = 16	P <sub>j</sub> = 3	B2	2º Compás de formación de presión
	j = 17	P <sub>j</sub> = 4	B1	3-er Compás de formación de presión
	j = 18	P <sub>j</sub> = 5	B	4º Compás de formación de presión
25	Como puede observarse en la fig. 1, para cada adsorbedor se requieren en total 6 válvulas, es decir, 3 válvulas para las compensaciones de presión y, en cada caso, una válvula para la entrada del gas crudo, la salida del gas de producto y la expansión del gas residual.			
30				

1 Las válvulas están abiertas de acuerdo con la siguiente  
 5 revisión (Tabla 2) en los compases siguientes:

TABLA 2

Válvulas	Función	Apertura en j =
5 Vi1, Vi2	Entrada de gas crudo respectivamente salida de producto de -- gas.	1 a 6
Vi3	Expansión respectivamente lavado	10, 11, 13 y 14
Vi4	Expansión en gas residual y lavado	12, 13 y 14
10 Vi5	Primera expansión respectivamente tercera compensación de presión y aumento de tensión con producto	7, 17 y 18
15 Vi6	Segunda y tercera expansión respectivamente primero y segundo equilibrio de compensación de presión	8, 9, 15 y 16

( i = Número del adsorbedor ).

Como ya puede observarse en la tabla 1 resultan para el  
 20 adsorbedor 1 de la instalación ilustrada en la fig. 1 para los compases 1 hasta 18 los números característicos de presión  $p_j$  resumidos otra vez en la tabla 3:

TABLA 3

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
25 $P_j$	6	6	6	6	6	6	5	4	3	2	1	0	0	0	2	3	4	5

De acuerdo con el modo de funcionamiento de las válvulas  
 pueden coordinarse también a la presión posterior de válvula respectiva los números característicos de presión  $P_v$ .

30 Estos se reproducen en la tabla 4.

TABLA 4

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
V11,	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
V13	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
V14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V16	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3

Esta coordinación según el invento de números característicos de presión, para la presión posterior de válvula, hace posible determinar las funciones defectuosas de válvulas, si residen en una falta de estanqueidad de la válvula. Una falta de estanqueidad de válvula ocasiona efectivamente una diferencia de presión entre la presión posterior de válvula (número característico de presión  $P_V$ ) y la presión previa de válvula (presión de adsorbador = número característico de presión  $P_j$ ) que es directamente - medurable y esto por medición de presión en el respectivo adsorbador y por la comprobación de una desviación de presión frente al valor nominal de presión al final de cada uno de los compases. Sin embargo, estas desviaciones sólo pueden determinarse en aquellos compases, en que se efectúa un equilibrio de compensación de presión entre dos volúmenes cerrados (por ejemplo en  $j = 7, 8, 9, 15, 16$  y  $17$ ). Según la definición importa la diferencia de presión  $\Delta p$  en una válvula

$$\Delta p = P_V - P_j \quad (3)$$

Cuando está presente una función defectuosa es  $\Delta p \neq 0$ .

Correspondientemente a ello existe la posibilidad de una

1 desviación positiva ( $\Delta_p$  mayor que 0) cuando penetra gas a través de una falta de estanqueidad de válvula en un adsorbedor, y de una desviación negativa ( $\Delta_p$  menor que 0), cuando sale gas a través de una falta de estanqueidad de válvula fuera del adsorbedor.

5 Como se ha indicado ya anteriormente más arriba, si en un adsorbedor se ha medido una diferencia de presión diferente a cero, pueden ser responsables de ello varias válvulas. Para la determinación de la válvula verdaderamente defectuosa es necesario calcular para cada compás el lugar de  
10 aquí adsorbedor, que está en comunicación de compensación de presión con un determinado adsorbedor.

Las respectivas posiciones del "adsorbedor emisor" y del "adsorbedor receptor" pueden calcularse, bien sea con ayuda de un sistema de ecuaciones reproducido en la fig. 2 ó de la posición dentro de la fig. 2.

15 El procedimiento según el invento de la determinación de funciones defectuosas de válvulas se describirá en lo que sigue mediante un ejemplo.

20 Ejemplo 1

En una instalación con 9 adsorbedores según la fig. 1 y un esquema de transcurso de tiempo según la fig. 2 con 6 grados de presión ( $m = 6$ ) se supone que en el adsorbedor 1, en el compás 7, respectivamente hacia el final del compás 7, se mide una presión demasiado baja frente a la presión nominal de vida. En el sentido de la definición dada arriba, se trata, por lo tanto, de una desviación negativa. Para la identificación de la válvula defectuosa que ha ocasionado esta desviación negativa se realizan las siguientes  
25  
30

1 consideraciones respectivamente los siguientes cálculos:  
De la tabla 3 se deduce que para el adsorbador 1 en  $j = 7$ ,  
el número característico de presión  $P_j$  importa 5. Entonces  
entran en consideración como válvulas defectuosas todas  
5 las válvulas del adsorbador 1, que en este compás tienen  
un número característico de presión  $P_v$  menor que 5. Según  
la tabla 4 son para ello para el compás 7 las válvulas V13,  
V14 y V16.

10 Por lo tanto, son sospechosas las válvulas 13, 14 y 16.  
Lo mismo está vigente también para las válvulas de aquel  
adsorbador con el que el adsorbador 1, en el compás 7, se  
encuentra en comunicación de compensación de presión. Se-  
gún la ecuación 5 en el ejemplo considerado este es el -  
adsorbador 5.

15 El compás  $j_E$ , en que el adsorbador 5 durante la compensa-  
ción de presión se encuentra en comunicación con el adsor-  
bedor 1, puede apreciarse, bien sea de la fig. 2 ó puede  
calcularse. Resulta para  $j_E = 17$ .

20 Según la tabla 4, en el compás 17, las válvulas V13, V14  
y V16 tienen un número característico de presión por deba-  
jo de 5. En el adsorbador 5, por lo tanto, deben conside-  
rarse como sospechosas las válvulas 53, 54 y 56.

25 Además de ello deben incluirse en el círculo de las válvu-  
las sospechosas todavía aquellas que, por una parte, están  
comunicadas con la tubería de expansión utilizada (en el  
ejemplo aquí citado, las válvulas V15), y por otra parte,  
aquellas que pertenecen a adsorbadores que, durante el -  
compás 7 del adsorbador 1, tienen un número característico  
30 de presión más bajo que 5.

1 Puede calcularse o apreciarse en la fig. 2, en qué compás se encuentran los distintos adsorbedores.

Para el adsorbedor 2 resulta, por ejemplo, para  $T = 7$  e  $i = 2$ , un número característico de compás  $j = 5$ . El número característico de presión es entonces para este adsorbedor, según la tabla 1,  $P_j = 6$ , es decir que las válvulas de este adsorbedor no están defectuosas.

5 Si se realiza este cálculo para todos los otros adsorbedores, entonces resultan como otras válvulas sospechosas, las válvulas 65, 75, 85 y 95 de modo que con ello son sospechosas en total las siguientes válvulas: 13, 14, 16, 53, 54, 56, 65, 75, 85 y 95.

10 Por persecución del ulterior curso de la presión en el adsorbedor 1 puede estrecharse el círculo de las válvulas sospechosas todavía más. En ello, en el caso de una desviación negativa precedente se tendrá cuidado de la presencia por primera vez de una desviación positiva.

15 Por ejemplo, si en el compás 17 en el adsorbedor 1 se comprueba una presión demasiado alta (desviación positiva) entonces, análogamente al proceder anteriormente descrito, puede establecerse una lista de válvulas sospechosas.

20 El número característico de presión del adsorbedor 1, en el compás 17, según la tabla 3, es  $P_j = 4$ . Como en la supuesta desviación se trata de una desviación positiva, -

25 ahora entran en consideración como sospechosas todas las válvulas, que tengan un número característico de presión  $P_v$  mayor que 4. Según la tabla 4 son estas las válvulas  $V_{i1}$ ,  $V_{i2}$  y  $V_{i5}$ . Se omite la válvula  $V_{i5}$ , ya que ésta está abierta durante este compás. Quedan, por lo tanto, como -

30

válvulas sospechosas, las válvulas 11 y 12.

Durante esta compás, el adsorbedor 1 se encuentra en compensación de presión con el adsorbedor 6. Por lo tanto, - son sospechosas las válvulas 61 y 62.

Se encuentran en comunicación con la tubería de expansión, utilizada en ello, además las válvulas Vi5 de los adsorbedores 7, 8 y 9. Por consiguiente resultan como sospechosas las válvulas 75, 85 y 95.

Ahora puede limitarse el círculo de las válvulas comprobadas por la desviación negativa en el compás 7, a las válvulas 75, 85 y 95 ya que solo éstas válvulas pueden tener la culpa, tanto de la desviación de presión negativa, como también de la positiva.

Para identificar entre estas 3 válvulas sospechosas la defectuosa se persigue la presión en los otros adsorbedores para comprobar desviaciones. Una desviación positiva su- puesta de la presión del adsorbedor 9 en el compás 8 indica entonces unívocamente que es defectuosa la válvula 95. Este método de determinación según el invento se resumirá todavía una vez brevemente:

Primera desviación negativa en el adsorbedor 1 en el compás 7.

Válvulas sospechosas: 13, 14, 16, 53, 54, 56, 65, 75, 85 y 95.

Primera desviación positiva en el adsorbedor 1 en el compás 17.

Válvulas sospechosas: 11, 12, 61, 62, 75, 85 y 95.

Primera desviación positiva en el adsorbedor 9 en el compás 8.

1 Válvulas sospechosas: 91, 92, 51, 52, 95, 55, 16, 26, 36 y 46.

Resulta como válvula defectuosa, identificada unívocamente, la válvula 95, ya que solo esta válvula puede haber ocasionado las 3 desviaciones de presión observadas.

5 El método, según el invento, para la determinación de defectos, puede aplicarse de un modo especialmente ventajoso cuando, para la maniobra de regulación de una instalación de  $n$ -adsorbedores, se emplea un calculador de proceso. Entonces puede almacenarse la tabla últimamente mencionada en el almacén del calculador, de modo que los números de compases de la primera desviación positiva y de la primera negativa sean, en cada caso, las direcciones de "una cantidad sospechosa". En el caso de una desviación respecto al valor nominal debido, entonces automáticamente se registrarán todos los números de compases, se definen las válvulas sospechosas y por una repregunta Y lógica de todas las cantidades se localiza la correspondiente válvula.

15 Si entonces, por medio del procedimiento de cálculo anteriormente descrito, se identifica como con falta de estanqueidad una válvula, entonces se bloquea separándose el adsorbedor correspondiente por cierre de todas las válvulas coordinadas y eventualmente de válvulas manuales adicionales. La instalación de adsorbedores entonces tiene -  
20 que seguirse haciendo funcionar con los restantes adsorbedores. De como puede realizarse esto en detalle se explicará detalladamente en lo que sigue.

25 En una instalación de adsorbedores con  $n$  adsorbedores, de  
30

1 los que  $n_A$  adsorbedores están simultáneamente en el compás de adsorción y donde se trabaja con  $m$  grados de presión, resulta para el ciclo total de un adsorbedor un número de compases de  $T = 2n_A + 2m$ .

El número de compases para una fase de absorción es  $2n_A$ .

5 Si se disminuye el número de los adsorbedores por  $x$  adsorbedores entonces resulta un nuevo número de compases de  $T = 2n_A + 2m - 2x$ .

10 Conservando el número de los grados de presión  $m$  pueden desconectarse como máximo  $(n_A - 1)$  adsorbedores. Para poder purificar con el número reducido de adsorbedores el mismo volumen de gas que anteriormente, entonces tiene que reducirse la base de absorción a  $2(n_A - x)$  compases.

15 El rendimiento de producto depende del número de grados de presión  $m$ . De ello resulta que en la desconexión, separando  $x$  adsorbedores, sin variación del número de grados de presión  $m$  puede conseguirse esencialmente igual rendimiento de producto que con el número total de adsorbedores.

20 Si se abrevia el tiempo de absorción, como se ha descrito anteriormente, entonces puede producirse también casi el mismo volumen de gas de producto.

Al separar bloqueando un adsorbedor, para la adaptación de la sucesión de compases al número reducido de adsorbedores, deben realizarse los siguientes pasos:

25 1. El adsorbedor  $i$  defectuoso, por cierre de todas las válvulas, que le pertenezcan y eventualmente por válvulas de cierre manuales adicionales, se bloquea separándose.

30 2. Al fallar el adsorbedor  $i$  en un compás  $i$  con número par, siguen con el programa original los adsorbedores con los

1 números hasta  $i + \frac{j}{2} - 1$ , al fallar en un compás 3 con número impar los adsorbedores hasta  $i + \frac{j+1}{2} - 1$  dos compases en dicho programa original.

Todos los restantes adsorbedores permanecen en su estado, en el que se encontraban al fallar el adsorbador 1.

5 Después de estos dos compases, los adsorbedores restantes están adaptados en sus grados de presión a la nueva sucesión de compases.

10 Durante este procedimiento de sincronización, los procesos de compensación de presión o de rebosamiento de corriente entre dos adsorbedores, en lo posible, se realizan normalmente. Si esto no fuese posible, porque el adsorbador correspondiente hubiese fallado o se encontrase en posición de espera, se hace salir el gas a través de válvulas adicionales. Para cada tubería de rebosamiento por ello se necesita una válvula adicional.

15 3. El volumen del gas crudo a purificar por adsorbedor se deja durante los dos compases de sincronización en el valor en el caso del fallo de un adsorbedor y entonces, según el estado de carga el adsorbedor inmediatamente o lo más tarde después de otros dos compases, puede aumentarse por el factor  $\frac{n_A}{n_A - x}$  para generar esencialmente una cantidad de producto igual con el número de adsorbedores disminuido.

25 Para mantener lo menor posible la falta de producto, existe según el invento la posibilidad de aumentar el volumen del gas crudo ya durante los dos compases de sincronización cuando la instalación, durante el fallo de un adsorbedor, se había hecho funcionar con funcionamiento de carga infe-

30

rior.

Por lo tanto, puede esperarse en el procedimiento de sincronización, según el invento, como máximo un número reducido de adsorbedores con una reducción de producto en la duración de cuatro compases.

El procedimiento de sincronización según el invento se explicará ahora por medio de algunos ejemplos.

Ejemplo 2.

En una instalación de absorción de cambio de presión con 9 adsorbedores, tal como se ilustra por ejemplo en la fig. 1, y que tienen una sucesión de compases según la fig. 2, se supone que en el compás 9 del adsorbedor 1 se reconoce una función defectuosa de una válvula perteneciente al adsorbedor 1.

El adsorbedor 1, por lo tanto, debe ser detenido y la instalación debe adaptarse a una sucesión de compases para 8 adsorbedores. Esta sucesión de compases para 8 adsorbedores se ilustra en la fig. 3. Como puede observarse, después de la conmutación, ya sólo están todavía dos adsorbedores simultáneamente en adsorción. Además se ha reducido el número de los compases de adsorción de seis a cuatro.

En la siguiente tabla 5 se indican los números de compases de los distintos adsorbedores. En la segunda columna se reproduce el estado en el caso de fallo del adsorbedor 1, en la tercera y en la cuarta columna el proceso de sincronización y en la quinta columna el final del proceso de sincronización, que es al mismo tiempo el principio del programa de 8 adsorbedores según la fig. 3.

Sigue la tabla 5.

TABLA 5

		Programa de 9 adsorbedores			Programa de 8 adsorbedores	
		Adsorbedor Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº
5	1	1	9	-	-	-
		2	7	8	9	7
		3	5	6	7	5
		4	3	4	5	3
		5	1	2	3	1
10	6	6	17	17	17	15
		7	15	15	15	13
		8	13	13	13	11
		9	11	11	11	9

15 El gas de expansión del adsorbedor 2, resultante en los compases 7 y 8, durante la sincronización se deja salir a través de las válvulas adicionales 115, respectivamente 116 (véase fig. 1), ya que los correspondientes adsorbedores 6 y 7 (adsorbedor 6 en el compás 17 y adsorbedor 7 en el compás 16) se encuentran en posición de espera.

Ejemplo 3

20 En la fig. 4, se ilustra una instalación de adsorción de cambio de presión con 6 adsorbedores, uno hasta 6, en que las válvulas, cuya función coincide con las válvulas de la fig. 1, fueron provistas de iguales números de referencia. Por consiguiente, las válvulas de entrada de gas crudo están señaladas con los números 11 hasta 61, las válvulas de salida de gas puro, con 12 hasta 62, las válvulas de salida de gas residual, con 14 hasta 64, las vál-

25

30

vulas de rebosamiento, con 13 hasta 63 y las válvulas de nueva subida de compresión del gas de producto, con 15 hasta 65. El gas crudo llega a la instalación a través de la tubería 17, el gas de producto la abandona a través de la tubería 104. 102 es una válvula de derivación para el gas de relleno de presión de producto y las tuberías 113 y 115 son tuberías de gas residual, que se necesitan durante el proceso de sincronización.

La sucesión de compases de los 6 adsorbedores se reproduce en la fig. 5.

En tal tipo de instalación se supone que un adsorbedor, a causa de una función defectuosa de una válvula, tiene que pararse en el compás 8. La instalación, según esto, se adapta a una sucesión de compases para 5 adsorbedores, tal como se ilustra en la fig. 6.

El proceso de sincronización se ilustra además en la siguiente tabla 6

TABLA 6

Programa de 6 adsorbedores				Programa de 8 adsorbedores
Adsorbedor Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº
1	8	-	-	-
2	6	7	8	6
3	4	5	6	4
4	2	3	4	2
5	12	12	12	10
6	10	10	10	8

1 El gas de distensión del adsorbador 2, resultante en el compás 7, se deja salir a través de la válvula adicional 115 (véase fig. 4).

Ejemplo 4

5 En la instalación ilustrada en la fig. 4, con 6 adsorbadores se supone que los adsorbadores 2 y 3 a causa de una función defectuosa del adsorbador 2 en el compás 9 y del adsorbador 3 en el compás 7 tienen que detenerse.

10 La instalación, por consiguiente, se adapta a una sucesión de compases para 4 adsorbadores. Esta sucesión de compases se ilustra en la fig. 7. En el proceso de sincronización, que se prolonga por el fallo simultáneo de dos adsorbadores a un número doble de compases se ilustra en la siguiente (tabla 7 como en los ejemplos precedentes).

TABLA 7

	Programa 6 adsorbadores			Programa 5 adsorbadores			Programa 4 adsorbadores	
	Ade. Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	Compás Nº	
20	1	11	11	11	9	9	9	7
	2	9	-	-	-	-	-	-
	3	7	-	-	-	-	-	-
	4	5	6	7	5	6	7	5
	5	3	4	5	3	4	5	3
25	6	1	2	3	1	2	3	1

La presente patente de invención, recaerá sobre las siguientes reivindicaciones:

REIVINDICACIONES  
1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.

1 - Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de adsorción de cambio de presión, que trabaja cíclicamente para la purificación y descomposición de gases, con varios adsorbedores, de los que cada uno dentro de un ciclo recorre un número fijado previamente de compases de adsorción, de expansión, respectivamente de compensación de presión, de lavado y de nueva compresión, caracterizado porque para los adsorbedores y/o las válvulas de la instalación de adsorción de cambio de presión se seleccionan valores físicos mesurables y se persiguen midiéndolos continuamente y porque al manifestarse diferencias entre los valores nominales y actuales de estos valores se separan por bloqueo las partes de aparatos determinadas por ello como defectuosas y los restantes adsorbedores siguen marchando parcialmente hasta compases fijados previamente y permanecen parcialmente en su estado hasta que todos los adsorbedores restantes estén adaptados a una sucesión de compases correspondiente a su número.

2 - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor físico se elige la presión en adsorbedores o en tuberías.

3 - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor físico se elige el tiempo hasta el establecimiento de una presión determinada.

4 - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor físico se elige la posición de válvula.

- 1 5 - Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque como valor físico se elige una posición de válvula dependiente del tiempo.
- 5 6- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque se comprueban las presiones durante cada compás, pero las desviaciones respecto a los valores nominales debidos, sólo se registran en su primera manifestación.
- 10 7 - Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque la primera desviación positiva y la primera negativa respecto a un determinado valor nominal debido se lleva a correlación con la válvula, que la ha ocasionado, y la válvula se identifica de esta manera.
- 15 8 - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque por separación por bloqueo de un adsorbedor i en un compás j con número par, siguen marchando en el programa original los adsorbedores con los números hasta
- $$i + \frac{j}{2} - 1$$
- 20 durante dos compases.
- 25 9 - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque en el caso de separación por bloqueo de un adsorbedor i en un compás j con número impar, siguen marchando dos compases en el programa original los adsorbedores con los números hasta
- $$i + \frac{j + 1}{2} - 1;$$
- 30 10 - Procedimiento según las reivindicaciones 8 y 9, caracterizado porque los restantes adsorbedores permanecen en estado de espera.

1 11 - Procedimiento según las reivindicaciones 8 y 9, caracte-  
terizado porque los gases de compensación de presión o de  
reboamiento, previstos en el programa original para los  
adsorbedores separados por bloques o situados en posición  
de espera, se hacen salir a través de válvulas adicionales.

5 12 - Procedimiento según las reivindicaciones 8 a 11, ca-  
racterizado porque el volumen de la corriente de gas a pu-  
rificar permanece invariado durante los dos compases.

10 13 - Procedimiento según las reivindicaciones 8 a 12, ca-  
racterizado porque el volumen de la corriente de gas a pu-  
rificar después de los dos compases se aumenta por el fac-  
tor

$$\frac{n_A}{n_A - x}$$

en que significa


15  $n_A$  = el número de los adsorbedores, que se encuentran si-  
multáneamente en adsorción;

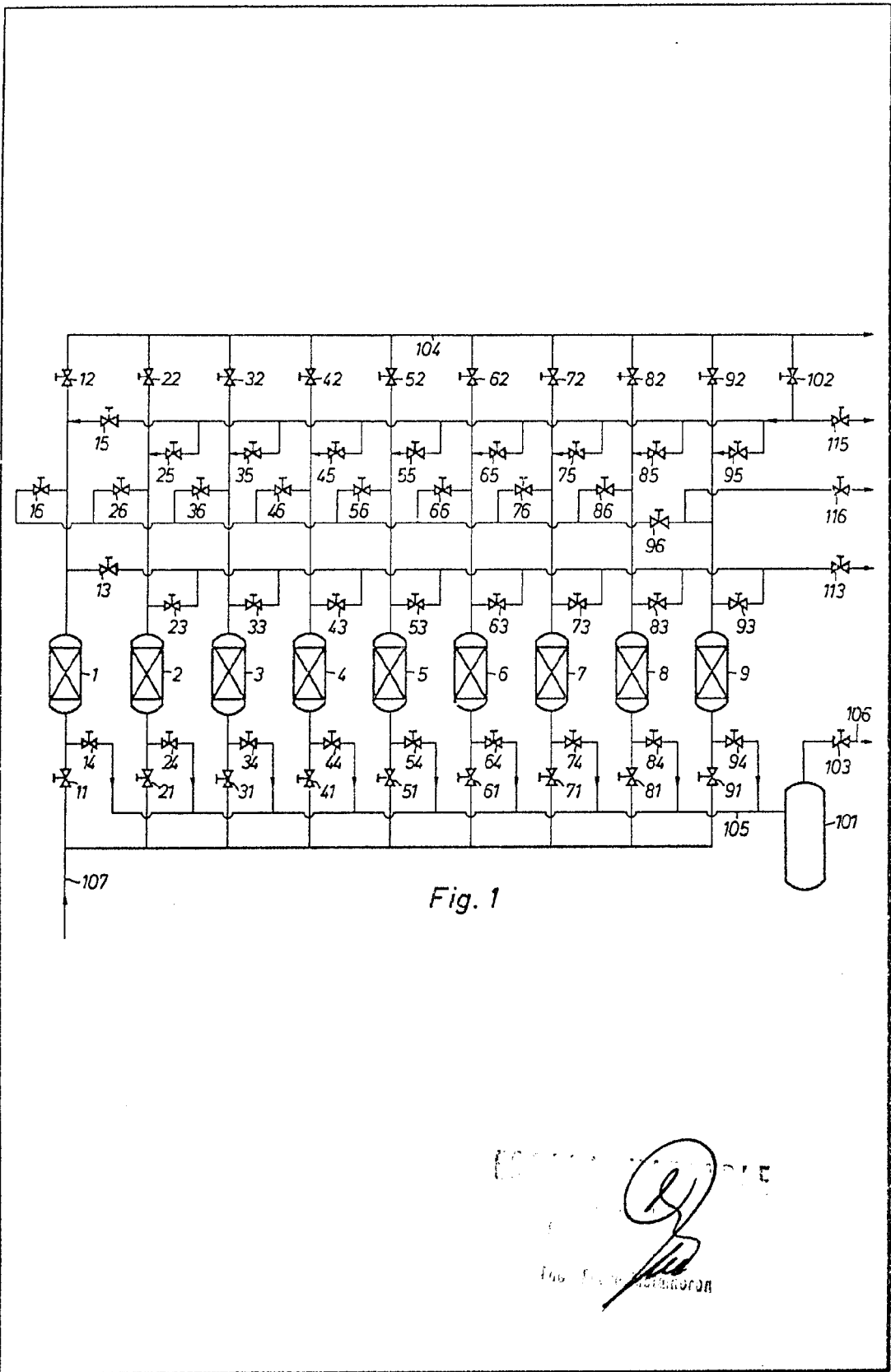
$x$  = número de los adsorbedores separados por bloques.

20 14 - Procedimiento para el funcionamiento de una instala-  
ción de adsorción de cambio de presión, que trabaja cícli-  
camente.

25


30

1	Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y consta de 29 hojas de texto foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras y los planos que a la misma se acompañan.
5	Madrid, a 23 de Noviembre de 1979.
10	
15	
20	
25	
30	




	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B
2	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	B1	B				A			E1	E2	E3	E4	F5	F6	S1	S2	B3	B2
3	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	B3	B2	B1	B				A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2
4	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	S1	S2	B3	B2	B1	B				A			E1	E2	E3	E4	E5	E6
5	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B				A			E1	E2	E3	E4
6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8
	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B				A			E1	E2
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B				A		
8	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4
		A	E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B			A	
9	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2
			A		E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B		A

Fig.2

ES...  
 ...  
 ...  


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B	
2	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	B1	B	A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	
3	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B3	B2	B1	B	A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	
4	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	S1	S2	B3	B2	B1	B	A			E1	E2	E3	E4	E5	E6	
5	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8
	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B	A			E1	E2	E3	E4	
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6
	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B	A			E1	E2	
7	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B	A			
8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2
	A		E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	B3	B2	B1	B	A	

Fig. 3

ESCALA DE TITULO  
  
 FOLIO 3000 DE 3000

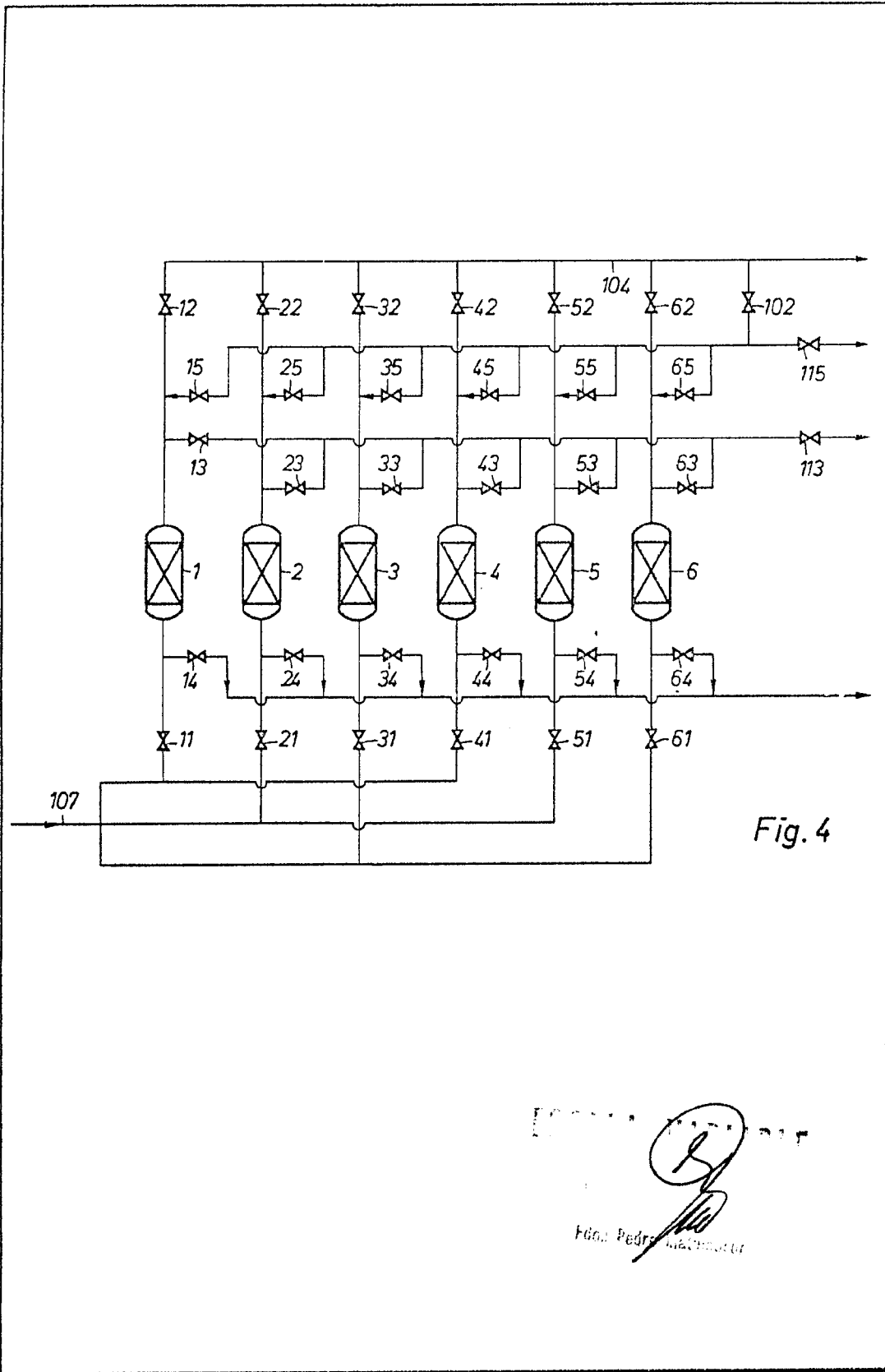
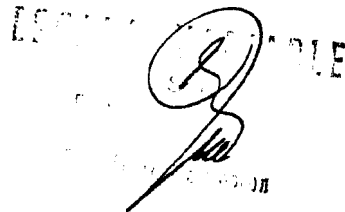


Fig. 4

*[Signature]*  
Fdo. Pedro Macinista


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
				A			E1	E2	E3	S	B1	B				A		
2	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
	B1	B			A				E1	E2	E3	S	B1	B			A	
3	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
	E3	S	B1	B			A				E1	E2	E3	S	B1	B		A
4	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E1	E2	E3	S	B1	B			A				E1	E2	E3	S	B1	B
5	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A		E1	E2	E3	S	B1	B			A				E1	E2	E3	S
6	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
		A			E1	E2	E3	S	B1	B				A			E1	E2

Fig. 5


  
 LINDE AKTIENGESELLSCHAFT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
	A			E1	E2	E3	S	B1	B	A				
2	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
	B1	B	A			E1	E2	E3	S	B1	B	A		
3	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	E3	S	B1	B	A			E1	E2	E3	S	B1	B	
4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8
	E1	E2	E3	S	B1	B	A			E1	E2	E3	S	
5	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
	A		E1	E2	E3	S	B1	B	A			E1	E2	

Fig. 6

  
 Pedro Zamora

	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
1	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
	A		E1	E2	E3	S	B1	B		A
2	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	B1	B		A	E1	E2	E3	S	B1	B
3	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
	E3	S	B1	B		A	E1	E2	E3	S
4	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
	E1	E2	E3	S	B1	B		A	E1	E2

Fig. 7

ESCALA...  
 F. P.  
 Esc: Pedro N. Amador