

20



memoria descriptiva

CLASE DE REGISTRO

Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE

LINDE AKTIENGESELLSCHAFT.
-Sociedad alemana-

RESIDENCIA Y DOMICILIO

0-62 WIESBADEN (ALEMANIA FEDERAL)
Abraham-Lincoln-Strasse 21.

OBJETO

* Procedimiento para la descomposición de mezclas de gas por adsorción y desorción adiabáticas*.

Prioridad

Solicitud Patente alemana P 24 60 513.B del 20.12.74.

Inventores

1.- Martin STREICH. (Ambos de nacionalidad alemana).
2.- Fritz JAKOB.

**POOR
QUALITY**



20 010 195

1 El invento se refiere a un procedimiento para la
descomposición de mezclas de gas por adsorción y desorción
adiabáticas, en una instalación consistente por lo menos en
dos adsorbedores, provistos de un adecuado medio de adsor-
5 ción, conduciéndose la mezcla de gas a presión a través de un
adsorbedor, extrayéndose desde el extremo de salida de este
adsorbedor una corriente de gas de producto libre de este o
de estos componentes y conmutándose la corriente de la mezcla
de gas al adsorbedor o a otro adsorbedor, tan pronto la con-
10 centración de las impurezas en un determinado lugar, antes
del extremo de salida del adsorbedor, en la corriente de gas
sobrepasa un determinado valor, después de lo cual se hace
descender la presión, en el adsorbedor cargado, por lo menos
en un grado, y el gas, que escapa en ello, se utiliza para
15 comprimir de nuevo hacia arriba el adsorbedor y otro adsor-
bedor.

En un procedimiento adiabático para la separación
de uno o varios componentes desde mezclas de gas, es conocido
(memoria expositiva de patente alemana I 769 936) descompo-
20 ner una mezcla de gas en una instalación consistente en cua-
tro, respectivamente cinco, adsorbedores, en una corriente
pura de gas de producto y en una corriente de gas enriquecida
con impurezas. En este procedimiento conocido, después de la
carga de un adsorbedor, primeramente se ocasiona una compen-
25 sación de presión con otro adsorbedor, anteriormente lavado,
seguidamente, la presión en el mismo adsorbedor, primeramente
se rebaja en corriente igual y el gas liberado en ello se -
utiliza para el lavado del otro adsorbedor, después de la -
30 cual, en el respectivo adsorbedor, se efectúa un descenso de



1 presión en contra-corriente para la liberación de los compo-
nentes anteriormente adsorbidos, después de lo cual se lava
el adsorbedor y, después del incremento de la presión reinan-
te en el mismo, en parte por compensación de presión con el
5 adsorbedor anteriormente cargado, en parte con ayuda del gas
de producto a la presión de adsorción, está de nuevo disponi-
ble para la adsorción.

Aparte del hecho de que este procedimiento conocido,
a causa de las numerosas etapas del procedimiento sólo -
10 puede realizarse en una instalación por lo menos con cuatro
adsorbedoras, adolece además del inconveniente de que tal -
instalación requiere numerosas válvulas (por lo menos 31),
para dirigir las distintas corrientes de gas. Es obvio que
esto no sólo encarece una instalación de adsorbedores, sino
15 que también la hace muy susceptible a averías.

El presente invento, por lo tanto, tiene como ba-
se el problema de crear un procedimiento y un dispositivo, en
que se evitan estos inconvenientes y que permitan descompo-
ner de una manera extremadamente ahorrativa, una mezcla de
20 gas en un producto puro y en una corriente enriquecida en -
impurezas, respecto a la energía de compresión a consumir.

Este problema se resuelve según el invento, porque
los gases, liberados en la expansión de uno de los adsorbedo-
res, se recogen en recipientes separados y desde allí se uti-
lizan para volver a subir la presión y para lavar el mismo u
25 otro adsorbedor.

El procedimiento del invento puede ejecutarse, por
lo tanto, en el caso más sencillo, en una instalación, que
30 se compone de dos adsorbedores, provistos de un adecuado medio



1 de adsorción, que estén comunicados con dos depósitos almacena-
nadoras. Ventajosamente, sin embargo, se trabaja con tres o
varios depósitos almacenadores. Al utilizar tres depósitos
almacenadores, los dos primeros depósitos almacenadores son
5 ventajosamente depósitos rígidos de volumen variable, mien-
tras que el tercero también puede ser un depósito de volumen
variable.

Para la obturación de los depósitos almacenadores y
para la dirección de las corrientes de gas son suficientes en
10 ello pocas válvulas.

En el procedimiento del invento, el gas crudo, con-
sistente en varios componentes, se conduce a través de un de-
pósito cargado de un medio de adsorción, por ejemplo, tamiz
molecular, gel de sílica o carbón activo, a una presión ele-
15 vada, reteniéndose las impurezas por el medio de adsorción,
mientras que el gas no adsorbido, el producto, sale fluyendo
desde el extremo de salida de adsorbedor. Esto se prolonga -
hasta que, en un determinado lugar, antes del extremo de sali-
da del adsorbedor, en la corriente de gas, comienzan a mani-
20 festarse cantidades medibles de impurezas. En este instan-
ta de tiempo se conmuta la corriente del gas crudo a un segun-
do adsorbedor, entre tanto regenerado. Mientras que ahora en
el segundo adsorbedor transcurre el proceso de adsorción re-
cien descrita, en el primer adsorbedor cargado se realiza el
25 procedimiento de descarga según el invento. Para ello el ad-
sorbedor, después de la terminación de la adsorción, por me-
dio de su extremo de salida se une con el primer depósito al-
macenador y entre ambos se produce una compensación de pre-
30 sión. El depósito almacenador está dimensionado en ello de -

2001



1 tal modo que la presión en el adsorbedor desciende aproxi-
madamente a dos tercios de su valor original. Después de ello,
el primer adsorbedor, también por su extremo de salida, se
pone en comunicación con el segundo depósito almacenador y
5 por ello se hace descender la presión aproximadamente a la -
mitad del valor original.

Seguidamente, ahora por otro descenso de presión,
a un nivel, que está dado por las exigencias impuestas al -
gas residual, el adsorbedor se vacía completamente en el tercer-
10 depósito almacenador. La carga de los adsorbedores se afecta
de tal modo que siempre en el lado de salida del producto -
permanezca una considerable cantidad del adsorbente no carga-
do. De esta manera, abandona el adsorbedor, durante el pro-
ceso de expansión, sólo gas con calidad de producto.

15 El contenido del tercer depósito almacenador se en-
cuentra después del llenado, bien sea a presión algo más al-
ta que el gas residual o a la presión del gas residual. En el
primer caso el mismo, seguidamente se descarga en la conduc-
ción de gas residual hasta el equilibrio de presión. En el
20 segundo caso, el volumen de gas almacenado desde el adsorbe-
dor se aspira por un soplador y se comprime en la conducción
de gas residual. Este soplador puede estar situado en el re-
corrido de la corriente a) delante del adsorbedor o b) des-
pués del adsorbedor. El caso a) ofrece ventajas energéticas
25 y el caso b), ventajas funcionales. Los componentes adsorbi-
dos se desorben en el gas que pasa fluyendo. Si el tercer -
depósito almacenador es un depósito de volumen variable, en-
tonces puede ser considerablemente menor. El mismo se vacía
30 a presión constante bajo la influencia del peso de la campana



1 del gasómetro o de los sopladores descritos.

Después de la terminación de la desorción se interrumpe la comunicación entre el adsorbedor y el tercer depósito almacenador y eventualmente se desconecta el soplador.

5 En lugar de ello, el adsorbedor ahora se pone en comunicación con el segundo depósito almacenador y de esta manera se aumenta de nuevo la presión en el adsorbedor. Después de efectuada el equilibrio de presión también se interrumpe la comunicación entre el adsorbedor y el segundo depósito almacenador,
10 y el adsorbedor se pone en comunicación con el primer depósito almacenador. De esta manera se efectúa otro incremento de presión en el adsorbedor. Después de la compensación de presión con el primer depósito almacenador, la presión en el adsorbedor se ha establecido de nuevo aproximadamente a
15 dos tercios de su valor de partida. La formación de los últimos tercios se efectúa por entrada de corriente de gas de producto.

De esta manera se consigue recuperar aproximadamente
20 dos tercios de la energía de compresión utilizada para la compresión del contenido del adsorbedor.

En lugar de vaciar el adsorbedor en corriente de
igual dirección, es decir, a través del extremo limpio del
adsorbedor, en el depósito almacenador, en circunstancias -
25 puede ser conveniente comunicar el depósito almacenador, que sirve para hacer descender y hacer subir la presión, con el extremo impuro, es decir, el extremo de gas crudo de los
adsorbedores, es decir trabajando en contracorriente. El
depósito almacenador, que sirve para la recepción del gas
30 lavador, sin embargo, tiene que estar unido siempre con el



1 extremo limpio, es decir con el extremo de producto.

La duración de un ciclo, según el invento, de ad-
sorción desorción importa en general de 1 a 45 minutos. Sin
embargo, se prefiere un tiempo de funcionamiento de 4 a 6 mi-
5 nutos.

El procedimiento según el invento se ejecuta a tem-
peratura ambiente.

El invento se describirá más detalladamente por
medio de un ejemplo de ejecución, ilustrado esquemáticamente.
10 En ello muestran:

La figura 1, una instalación con dos adsorbedores
y tres depósitos almacenadores.

La figura 2, un esquema del transcurso cronológico,
en la que en la ordenada significa A = presión y en la
15 abscisa: B = % de tiempo de funcionamiento y C = gas de pro-
ducto, y

La figura 3, un esquema de transcurso de presión
dentro de un adsorbedor.

La instalación, mostrada en la figura 1, contiene
20 dos adsorbedores 1 y 2, que están cargados con un adecuado
medio de adsorción, por ejemplo, un tamiz molecular, así co-
mo tres depósitos almacenadores 3, 4 y 5, que están constitu-
dos como depósitos de volumen variable. En la fase de conmuta-
ción, ilustrada en la figura, el adsorbedor 1 está conec-
25 tado a adsorción, y cambio de presión. A través del conducto 6
y de la válvula 7 pasan, a una presión de 30 ata, $3357 \text{ Nm}^3/\text{h}$
de gas crudo, al adsorbedor 1. El gas crudo tiene la siguiente
30 composición:



20 DIC 1973

1	H ₂	73	% de volumen
	H ₂	0,2	% de volumen
	CO	12	% de volumen
	CH ₄	4,8	% de volumen
5	CO ₂	10	% de volumen

Las válvulas 8, 9 10 y 11 delante y detrás del adsorbedor 1, están cerradas. A través de la válvula 12 y del conducto 13 fluye saliendo hidrógeno puro, cuya porción de impurezas está situada por debajo de 1/100 % de volumen. Después de una derivación, que se describirá posteriormente, se extraen 1700 Nm³/h de hidrógeno puro.

En el tiempo, en que el adsorbedor 1 está conectado a adsorción, se desmonta, en el adsorbedor 2, la presión, se efectúa la desorción, y la presión se recupera de nuevo a la presión de adsorción. Poco después de la conmutación al desmontaje de presión, de las válvulas 14, 15, 16, 17, 18 y 19, situadas delante y detrás del adsorbedor, solamente está abierta la válvula 16. Por salida de corriente de una parte del gas de presión, situado en el adsorbedor 2, hacia el depósito almacenador 3, que se encuentra a presión de 20 ata, entre ambos depósitos se obtiene una compensación de presión, que hace que en el adsorbedor descienda la presión desde 30 ata a 22 ata y en el depósito almacenador 3 suba al mismo tiempo desde 20 ata a 22 ata. Después de efectuada la compensación de presión, se cierra la válvula 16 y la válvula 17 se abre para la compensación de presión entre el adsorbedor 2 y el depósito almacenador 4. El depósito almacenador 4 se encuentra a una presión de 12 ata y recibe, hasta una presión de 14 ata, gas desde el adsorbedor 2, cuya presión desciende

1

5

10

15

20

25

30

20 DEC 1975

1 de en ello a 14 ata. Después de ello se cierra la válvula 17
y se abre la válvula 18, que establece la comunicación entre
el adsorbedor 2 y el depósito almacenador 5 a través de la
conducción desviada, con la válvula 20. El depósito almace-
5 nador 5 es un depósito relativamente grande, en que reina
una presión de aproximadamente 3,5 ata. Por compensación de
presión con el adsorbedor 2 aumenta esta presión aproxima-
damente a 4 ata.

10 Después de completada la compensación de presión,
se cierra la válvula 20, se abre la válvula 15 y se conecta
el soplador 21 ó 22. De esta manera, el gas situado en el
depósito 5, después de eventual refrigeración es un refrige-
rador 23, se aspira sobre la masa de relleno del adsorbedor
2 y recoge en ello todos los componentes anteriormente allí
15 adsorbidos. A través del conducto 24 salen fluyendo $1657 \text{ Nm}^3/\text{h}$
de gas residual a una presión de 4 ata. El gas residual tie-
ne la siguiente composición:

20	H_2	45	% de volumen
	N_2	0,4	% de volumen
	CO	24,6	% de volumen
	CH_4	9,7	% de volumen
	CO_2	20,3	% de volumen.

25 Después de la terminación de la desorción, se for-
ma de nuevo la presión en el adsorbedor 2. Para ello se des-
conecta el soplador 21 ó 22, se cierran las válvulas 15 y 18
y, a cambio, se abre la válvula 17. Por compensación de pre-
sión entre el depósito 4 y el adsorbedor 2, desciende la -
presión en el depósito 4 desde 14 a 12 ata, mientras que la
30 presión en el adsorbedor 2 sube desde 4 ata a 12 ata. Des-

20



1 pués de ello se cierra la válvula 17 y se abre la válvula 16,
después de lo cual desciende la presión en el depósito alma-
cenador 3 desde 22 a 20 ata y la presión en el adsorbador 2
sube desde 12 a 20 ata. Finalmente se cierra la válvula 16 y
5 se abre la válvula 19, en lo que, desde el conducto de gas
de producto, donde el gas se halla a una presión de 30 ata,
se deriva una parte y se conduce al adsorbador 2, hasta que
allí haya subido la presión de 20 a 30 ata. Entonces se cie-
rra la válvula 19 y el adsorbador está listo, después de aper-
tura de la válvula 14, a cargarse de nuevo con gas crudo.

10 El rendimiento de hidrógeno, en el ejemplo descri-
to, importó 69,4 %.

15 El depósito almacenador 5 también puede estar cons-
truido como depósito de volumen variable. Si bien los depó-
sitos de volumen variable están constituidos algo más compli-
cados que los de volumen invariable, aún embargo, pueden ser
mucho menores. Además existe en su utilización la posibilidad
de ahorrar el soplador 21, el refrigerador posterior 23 y la
desviación con la válvula 20, así como el soplador 22, si
20 para ello se cuida que sobre el depósito de volumen variable
se mantenga una presión exterior de aproximadamente 4 ata.

25 La figura 2 muestra un esquema de curso cronológico
para el desmontaje de presión, la desorción y la formación
de presión en un adsorbador. En la ordenada se inscribe la
presión en el adsorbador, y en la abscisa, el tiempo de fun-
cionamiento en %. El primer descenso de presión se efectúa
por compensación de presión con el depósito 3 almacenador,
resultando después otros descensos de presión por unión de
30 conexión con los depósitos almacenadores 4 y 5. Después de



1 completada la compensación de presión con el depósito 5, se
ha alcanzado la presión mas baja en el sistema. Entonces se
efectúa la succión pesante de gas desde el depósito 5 con -
ayuda del soplador 22 por el adsorbedor. Esta es la fase de
5 máxima duración, durante la cual apenas varía prácticamente la
presión en el adsorbedor. Después de efectuada la desorción,
se efectúa paulatina recuperación de presión por comunicación
sucesiva con los depósitos 4, respectivamente 3, que conduce
hasta una presión de 20 ata en el adsorbedor. El resto de la
10 formación de subida de presión hasta 30 ata se efectúa por in-
troducción de gas de producto.

En la figura 3 se muestra un esquema de curso de
presión para un adsorbedor, mientras que las flechas rayadas
simbolizan transferencias de gas desde el adsorbedor a los -
15 depósitos almacenadores respectivamente desde los depósitos
almacenadores hacia el adsorbedor. La altura de los depósi-
tos almacenadores reproducidos en forma de rectángulos, re-
produce al mismo tiempo sus fluctuaciones de presión.

Después de comunicación con el depósito 3 desciende
20 de la presión en el adsorbedor primeramente desde 30 a 22 ata,
mientras que la presión en el depósito 3 aumenta desde 20 a
22 ata. Por comunicación con el depósito 4 desciende la pre-
sión en el adsorbedor de 22 a 14 ata, mientras que la presión
en el depósito 4 sube desde 12 a 14 ata. La comunicación del
25 adsorbedor con el depósito 5 conduce a un descenso de presión
hasta 4 ata, mientras que la presión en este depósito sube -
desde 3,5 a 4 ata. Durante el vaciado del depósito por medio
del soplador 21 permanece igual la presión en el adsorbedor,
30 es decir a 4 ata, mientras que la presión del depósito 5 des-

20
DICIEMBRE
1975

1 afienda a 3,5 ata. Por comunicación con el depósito 4 se in-
crementa la presión en el adsorbedor desde 4 a 12 ata, mien-
tras que aquella del depósito 4 desciende desde 14 a 12 ata.
El siguiente incremento de presión se genera por comunica-
5 ción con el depósito 3, que conduce hasta una presión de 20
ata, descendiendo la presión en el depósito 3, desde 22 a
20 ata. El último aumento de presión desde 20 a 30 ata se -
efectúa por suministro de gas de producto.

10 N O T A

La presente patente de invención, comprende las si-
guientes reivindicaciones:

15 1.- Procedimiento para la descomposición de mezclas
de gas por adsorción y desorción adiabáticas, en una instala-
ción consistente por lo menos en dos adsorbedores, provistos
de un adecuado medio de adsorción, conduciéndose la mezcla
de gas a presión a través de un adsorbedor, desprendiéndose
desde el extremo de salida de este adsorbedor, una corriente
20 de gas de producto, libre de esta o de estos componentes, y
la corriente de la mezcla de gas se conmuta hacia el adsorbe-
dor o hacia otro adsorbedor, tan pronto la concentración de
las impurezas en un determinado lugar antes del extremo de
salida del adsorbedor en la corriente de gas sobrepase un
25 determinado valor, después de lo cual la presión en el adsor-
bedor cargado se rebaja por lo menos en un grado y el gas,
que en ello escapa, se utiliza para volver a subir la presión
del adsorbedor o del otro adsorbedor, caracterizado porque
30 los gases, dejados libres en la expansión de uno de los ad-



20

1 sorbedores, se recogen en depósitos separados y cuando allí
se utilizan para la nueva subida de presión y el lavado del
mismo o de otros de los adsorbedores.

5 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el lavado se efectúa en contracorriente respecto a la adsorción.

10 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el último aumento de presión en el adsorbedor se efectúa antes de la conmutación a adsorción por introducción de gas de producto.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la duración de un ciclo de adsorción-desorción importe de 1 a 45 minutos.

15 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la duración de un ciclo de adsorción-desorción importe de 4 a 6 minutos.

6.- " Procedimiento para la descomposición de mezclas de gas por adsorción y desorción adiabáticas".

20 Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva la cual consta de doce hojas escritas y foliadas a máquina por una sola de sus caras y los planos que a la misma se acompañan.

Madrid, a

20 DIC 1975

CARLOS ROEB
P. F.

Fds: Pedro Matamoros

25

30

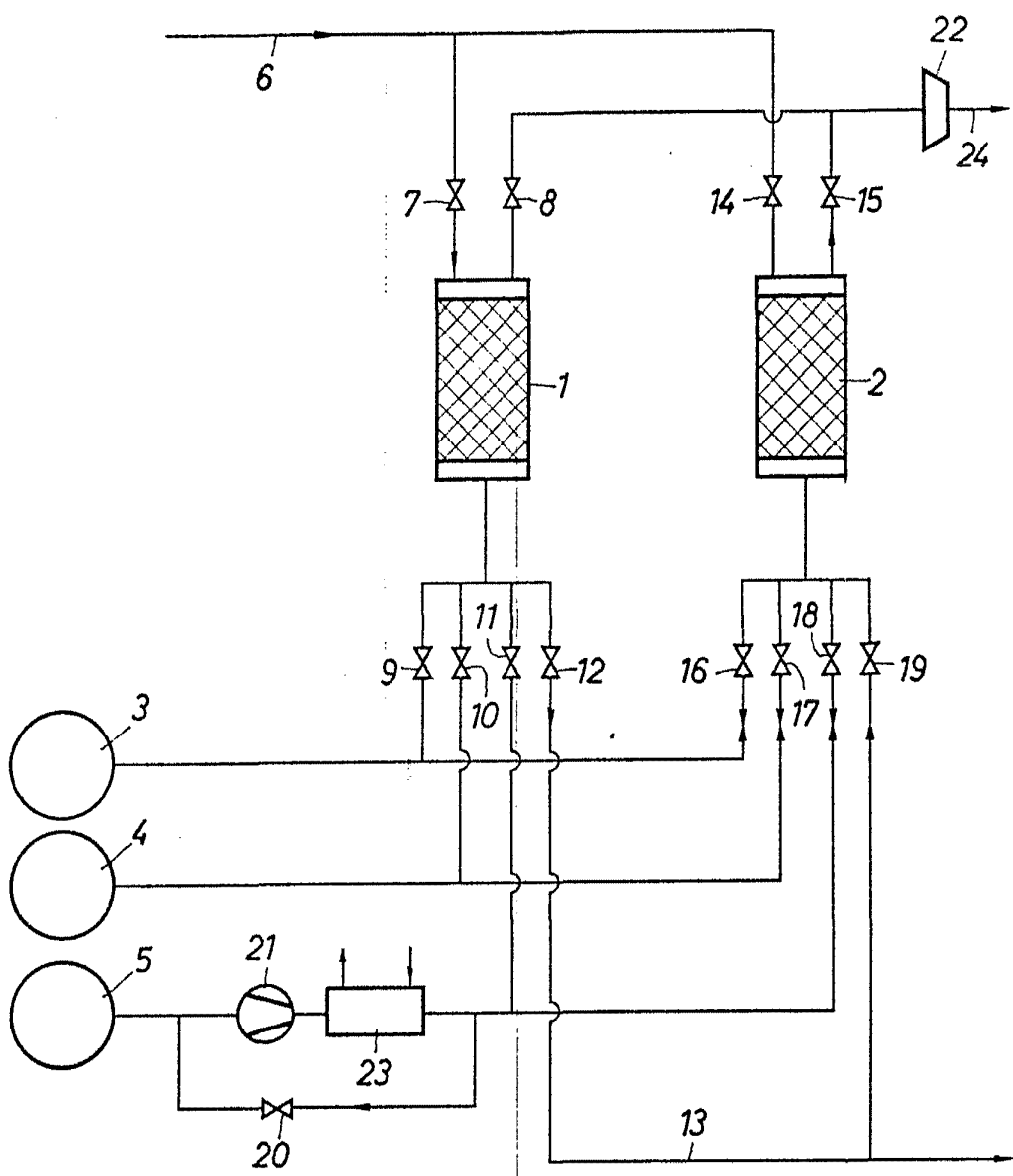
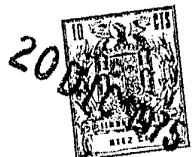


Fig. 1

ESCALA VARIABLE
CARLOS BOES
P.R.
Fdo: Pedro Matamoras

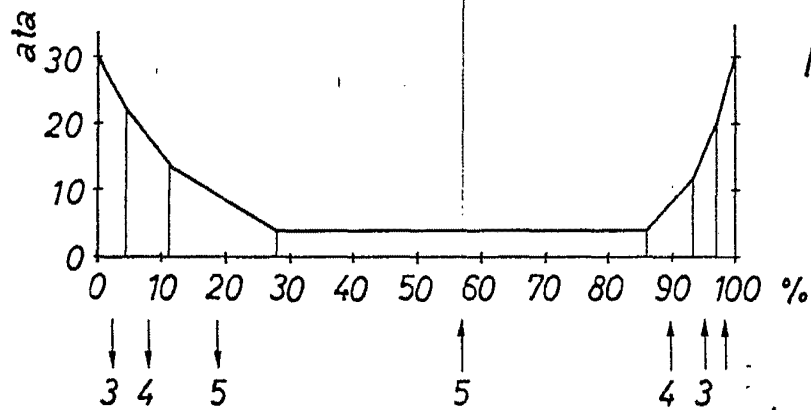


Fig. 2

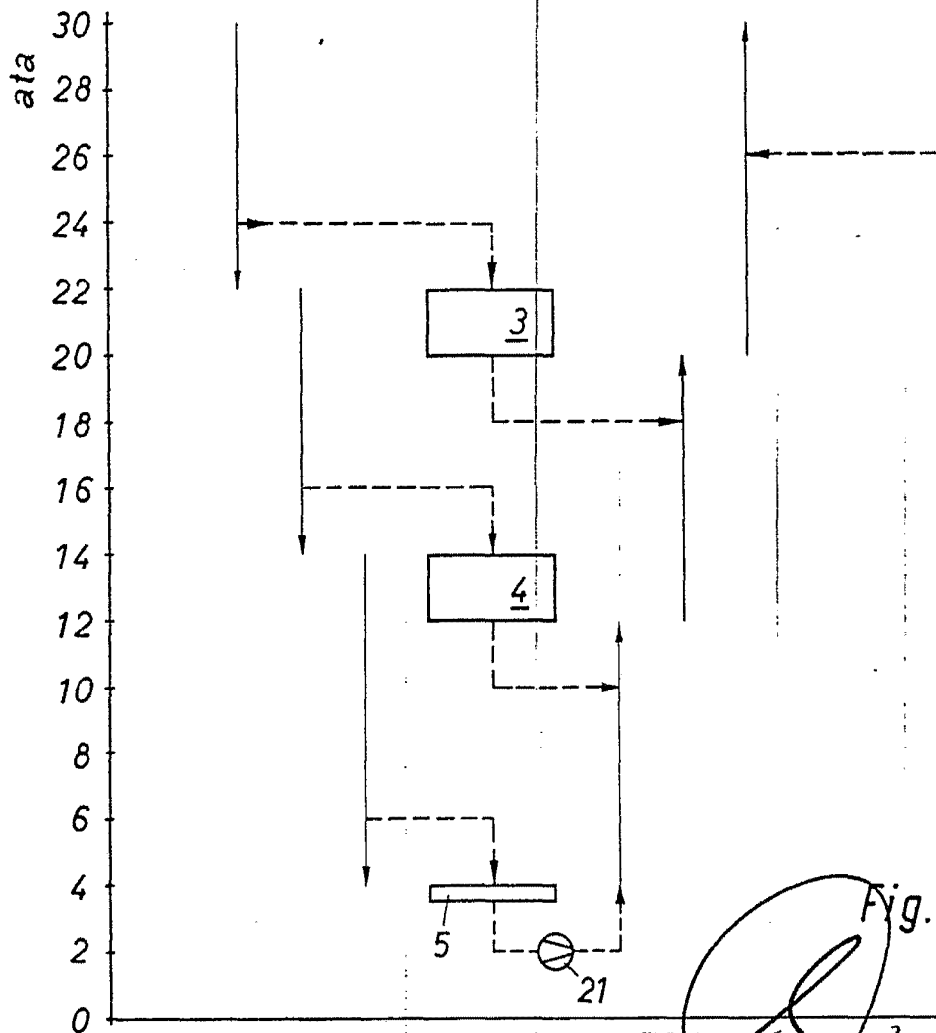


Fig. 3

ESCALA YANOMADU
ES CARLOS MOEB
FUND. ESC. DE INGENIERIA
FCS. FUND. YANOMADU