



Comuniqué el presente con los datos que constan en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

471907 (10) A1

FECHA DE PRESENTACION 20-7-78

(Case 72-11266)

**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
9063/77	21 Julio 1977	Suiza

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C01B; B01D	

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO CON SU INSTALACION DE REALIZACION PARA SEPARAR SO<sub>2</sub> de UNA CORRIENTE DE GAS QUE LO CONTIENE"

71 SOLICITANTE (S)

CIBA-GEIGY AG

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Basilea (Suiza)

72 INVENTOR (ES)

Dr. Volker Fattinger

73 TITULAR (ES)

Ciba-Geigy AG

74 REPRESENTANTE

D. Jaime Isern Cuyas, A gente Oficial Propiedad Industrial

**POOR  
QUALITY**

Case 72-11266 <sup>3E</sup>

P A T E N T E  
D E  
I N V E N C I O N

por "UN PROCEDIMIENTO CON SU INSTALACION DE REALIZACION PARA SEPARAR SO<sub>2</sub> DE UNA CORRIENTE DE GAS QUE LO CONTIENE", a favor de la firma CIBA-GEIGY AG, entidad suiza, residente en BASILEA (Suiza).

=..=..=

MEMORIA DESCRIPTIVA

El invento se refiere a un procedimiento para la separación de SO<sub>2</sub> de una corriente de gas que lo contiene, por lo menos intermitentemente, en una concentración que es impermisiblemente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente, con producción concomitante de ácido sulfúrico con el proceso de óxido de nitrógeno, en cuyo proceso el gas que contiene SO<sub>2</sub>

5.

fluye inicialmente a través de una zona de desnitración o a través de una zona de pretratamiento que constituye un primer sector de una zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , y luego a través de dicha zona de desnitración, a continuación a través del sector principal de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  y a continuación a través de una zona de absorción de óxido de nitrógeno, poniéndose en contacto la corriente de gas, en por lo menos uno de los dos sectores de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , con ácido diluido con una concentración inferior al 70% en peso (55° Bé) de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  que circula a través del sector respectivo de esta zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , mientras que en la zona de absorción los óxidos de nitrógeno liberados en la zona de desnitración son absorbidos por ácido sulfúrico, y es extraído de la zona de absorción ácido conteniendo nitroso con una concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  del 70 al 80% en peso (55 a 63,5° Bé) y alimentado a la zona de desnitración.

El proceso de óxido de nitrógeno para la producción de ácido sulfúrico es conocido hace más de 100 años y se describe, por ejemplo, en los libros siguientes:

- Winnacker-Küchler, Chemische Technologie, Vol. II, Carl Hauser-Verlag, Munich, Germany, 19 70, pág 38 y siguientes.



torres que se conectan en serie y que tienen diferentes ciclos de ácido. Cuando existe un exceso de NO o un exceso de NO<sub>2</sub> en los gases de desecho se producen pérdidas sustanciales de óxido de nitrógeno. Una relación correcta de NO:NO<sub>2</sub> es un requisito previo para una absorción óptima de los óxidos de nitrógeno; el NO es un gas invisible. Por consiguiente un control erróneo de un sistema de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico puede resultar, dentro de un breve tiempo, en la pérdida de grandes cantidades de óxidos de nitrógeno en el gas consumido descargado en la atmósfera sin que sea visible un rastro amarillo. Se conoce que es ventajoso operar un sistema de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico de modo que los gases consumidos tengan aunque escaso un matiz amarillo definido y reconocible. Se conocen una serie de medidas para aumentar el contenido de NO<sub>2</sub> y hacer descender el contenido de NO en los gases de desecho en un sistema de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico; o sea

- (i) mayor adición de ácido nítrico,
- (ii) reducción de la refrigeración en las torres de producción, y/o
- (iii) aumentar la adición de agua a las torres de producción.

Un ajuste de ciertas condiciones en una torre con empaquetadura del sistema siempre tiene repercusiones en otras torres con empaquetadura y resulta relativamente difícil mantener el equilibrio en todo el sistema. Por este motivo los sistemas de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico requieren, usualmente, personal experimentado para poder hacer funcionar la planta con pérdidas insignificantes de óxidos de nitrógeno.

Así pues se conoce que las pérdidas de óxidos de nitrógeno del sistema deben compensarse mediante la adición de ácido nítrico o de gases nitrosos concentrados, por ejemplo los resultantes de la oxidación catalítica de amoníaco. En las plantas conocidas de óxidos de nitrógeno-ácido sulfúrico la adición de ácido nítrico o la adición de gases conteniendo óxidos de nitrógeno fuertes se lleva a cabo por la cabeza de la torre de desnitración, Offenlegungsschrift alemana 2609505 o corriente arriba de una torre de producción que se irriga con un ácido que tiene una concentración de  $H_2SO_4$  superior al 70% en peso. En los sistemas conocidos de óxido de nitrógeno-ácido nítrico la necesidad de adicionar ácido nítrico o gases conteniendo óxidos de nitrógeno fuertes se percibe, en parti-

cular, del contenido de nitroso en el ácido que fluye hacia abajo de la zona de absorción para entrar en el sumidero de esta zona. Ello se debe a que este ácido tiene el mayor contenido nitroso de todos los ácidos presentes en el sistema.

5.

En la descripción que sigue del invento todas las torres de un sistema irrigadas con ácido sulfúrico tienen una concentración superior al 70% en peso y expiden gases conteniendo mas compuestos de nitrógeno-oxígeno-gaseoso que los contenidos en el gas que entra en la torre, asignados a la zona de desnitración.

10

Las torres de "producción" de una planta Petersen que cumple con estas condiciones son por tanto consideradas, por definición, como pertenecientes a la zona de desnitración. El si contiene nitroso el ácido en la salida de una unidad de reacción de gas-líquido, por ejemplo una torre, o está exento de éste no se aplica, como un criterio, para el término "unidad de desnitración" o "torre de desnitración". El ácido que tiene una concentración inferior al 70% en peso de  $H_2SO_4$  se utiliza también para irrigar una torre de secado de gas descrita a continuación y asociada con la zona de pretratamiento por lo que

15

20

respecta al flujo de ácido y no se considera como perteneciente a la zona de desnitración, ni aún cuando proporciona óxidos de nitrógeno gaseosos.

5 En las plantas de óxido de nitrógeno-  
-ácido sulfúrico se procede en cualquier punto de la  
"zona de desnitración" antes definida a la adición de  
ácido nítrico o de otras sustancias que contienen óxidos  
de nitrógeno. En las plantas conocidas de óxido de  
nitrógeno-ácido sulfúrico el control del color de los  
10 gases consumidos del sistema, o sea el control de la  
relación  $\text{NO}:\text{NO}_2$  en estos gases, se establece, usualmente  
mediante la adición de mas o menos agua a los ciclos ácidos  
a través de la zona de desnitración y a través de la zona  
de absorción de óxido de nitrógeno.

15 Por consiguiente es necesaria una  
constante vigilancia de la planta que requiere numerosos  
análisis de la densidad y del contenido de nitroso del  
ácido circulante y un control automático del sistema  
conocido resulta difícilmente posible. Otra desventaja  
20 de los sistemas de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico  
radica en las muy lentas respuestas a los ajustes de la  
relación de  $\text{NO}:\text{NO}_2$  en los gases. Por ejemplo, cuando una  
caída en el contenido de  $\text{SO}_2$  del gas entrante resulta en

la formación de una lista amarilla del gas emitido por el sistema, ello requiere llevar a cabo ajustes de la naturaleza antes indicada en el funcionamiento de la planta que solo resultan efectivos después de varias horas y hacen que desaparezca de nuevo este tono amarillo del gas emitido.

Según se ha indicado en 1956 en la patente británica 759.056 (de Saint-Gobain), la diferencia en la temperatura de los gases en la cabeza y cola de la serie de cámaras de reacción de la zona de elaboración de  $SO_2$ , que se ha medido (según la patente estadounidense 1.486.757 de Jensen de 1924) para detectar pérdidas de óxidos de nitrógeno y completar estas pérdidas con la adición de ácido nítrico, por ejemplo en la primera cámara de elaboración de  $SO_2$ , no constituye un criterio fidedigno para el control del sistema ya que esta diferencia de temperatura no solo depende de si la instalación está funcionando mas o menos correctamente, sino también de las variaciones día a día de la temperatura externa. Además se ha establecido que este proceso no es aplicable a las instalaciones para fabricación intensiva que se requieren asimismo en el proceso que nos ocupa, ya que las diferencias de temperatura que se producen son excesiva-

mente reducidas para controlar el sistema. Por consi-  
guiente en dicha patente británica se recomienda:

( $\alpha$ ) medir el contenido de  $\text{NO}_x$  en la  
parte media de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  o por delante  
de ésta, y

( $\beta$ ) rectificar cambios en el contenido  
de  $\text{NO}_x$  cambiando la densidad del ácido, y ello se realiza  
introduciendo ácido nítrico adicional en la zona de  
desnitración. Sin embargo, esta medida, que se recomienda  
también en la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505,  
no influencia en modo alguno la actividad de un ácido  
diluido en la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  en un proceso  
del tipo descrito en la Offenlegungsschrift alemana  
26 09 505.

La patente alemana 1.140.909 (de  
Ruhr-Schwefelsäure GmbH) describe un ajuste de la relación  
 $\text{NO}/\text{NO}_2$  y del contenido  $\text{NO}+\text{NO}_2$  de la fase gaseosa mediante  
cambios opuestos en la densidad del ácido. Los cambios  
en el contenido nitroso se efectuarán, según esta patente  
alemana, con la necesaria rapidez durante el funcionamiento  
de la planta. Sin embargo, el ácido que circula en el  
sistema de esta patente alemana es del 80% de  $\text{H}_2\text{SO}_2$  y

no ácido diluido de menos del 70% de  $H_2SO_4$ , como se requiere en la zona de elaboración de  $SO_2$  de la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505. Los dos procesos no son comparables.

5 Constituye un objeto principal del invento el resolver un problema que se ha apreciado en particular en la fabricación intensiva de ácido sulfúrico mediante el proceso descrito en la Offenlegungsschrift alemana 26 09 505 y que consiste en una disminución de la reactividad del ácido diluido que circula a través de la zona de elaboración de  $SO_2$  en el sistema aquí descrito. Este problema  
10 no surge en los procesos del arte anterior.

El invento descrito a continuación resuelve también el problema de ajustar la composición de los gases de desecho de un sistema de óxido de nitrógeno-  
15 -ácido sulfúrico dentro de unos pocos minutos y, además, hace posible automatizar todo el sistema. Constituye otro objeto del presente invento el proporcionar un ajuste rápido y mejorado de la relación de  $NO:NO_2$  de los gases emitidos por el sistema, que los libera sin tono amarillo  
20 o prácticamente sin éste (debido a la presencia de  $NO_2$ ) en la estación emisora de gas, al tiempo que evita excesiva pérdida de  $NO$  (inoloro) del sistema.

Constituye otro objeto del invento el proporcionar una emisión mejorada de gases del sistema antes citado en donde el contenido en óxidos de nitrógeno es inferior a un límite superior prescrito por la ley (por ejemplo de 400 ppm).

El invento se aplica, de preferencia, al proceso inicialmente descrito que se describe en la Offenlegungsschriften alemana 2.510.294 y 2.609.505.

Se resuelven las tareas u. objetos antes indicados por medio de un procedimiento del tipo inicialmente descrito y que comprende, de conformidad con el invento, las etapas de

(a) medir el contenido de NO en la corriente de gas en la zona de absorción y corriente abajo de la zona de absorción o simultáneamente en la zona de absorción y corriente abajo de ésta, y

(b) introducir un compuesto de nitrógeno-oxígeno, tal como se define a continuación, en el ciclo de ácido diluido de, por lo menos, uno de los dos sectores de la zona de elaboración de SO<sub>2</sub> cuando, en el punto o puntos de control de NO, se excede un valor límite específico del contenido de NO o del grado de un aumento por unidad de tiempo del contenido de NO

en la corriente de gas en una cantidad precisamente suficiente para eliminar el exceso en cada caso, con la abstención de alterar la concentración de ácido en la zona de absorción.

5

Los valores límites específicos del contenido de NO o el grado de aumento no puede darse ya que dependen totalmente del diseño de cada instalación y particularmente del tamaño de las diversas torres.

10

En la producción de ácido sulfúrico con el proceso de óxido de nitrógeno y, en particular con el proceso de torre de Petersen intensificado es necesario determinar las condiciones óptimas bajo las cuales debe desarrollarse el proceso en una planta particular y luego regular los instrumentos de medición utilizados en el proceso del invento para que respondan a un valor límite óptimo deseado o grado de aumento.

15

Se ha descubierto que, con la combinación de las medidas dadas bajo (a) y (b), citadas anteriormente, puede obtenerse una relación óptima de NO:NO<sub>2</sub> en la zona de absorción o en los gases consumidos de la zona de absorción en el curso de unos pocos minutos y que, además, es posible automatizar todo el sistema cuando, dependiendo del contenido de NO de los gases que abandonan

20

la zona de absorción, ácido nítrico u otras sustancias  
líquidas o gaseosas que contienen un compuesto de  
nitrógeno-oxígeno tal como se ha definido mas adelante,  
se alimentan en el ciclo de ácido diluido o en la zona  
5 de elaboración de  $SO_2$  que se irriga con ácido diluido.  
El ácido diluido pierde, con relativa rapidez, el ácido  
nítrico adicionado u otros compuestos que contienen óxido  
de nitrógeno. Durante el consumo del contenido de nitrógeno  
del ácido diluido se produce una reacción sorprendente-  
10 mente fuerte, con lo que se acelera considerablemente  
la elaboración de  $SO_2$ .

Asi pues, las medidas de conformidad  
con el invento no proporcionan simplemente una "compensación"  
en respuesta a un aumento del contenido de  $NO$  que se produzca  
debido a la carencia del contenido total de  $NO_x$  en el  
15 sistema. Por el contrario, en el sistema de conformidad  
con el invento, el aumento en el contenido de  $NO$ , tal como se  
ha definido antes, indica que decrece la actividad del ácido  
diluido que circula en el sector respectivo o en ambos  
20 sectores de la zona de elaboración de  $SO_2$ . Con la  
adición de pequeñas cantidades de ácido nítrico o similar  
compuesto de nitrógeno-oxígeno tal como se define mas  
adelante, se estimula justo de forma suficiente la actividad

del ácido diluido en la zona de elaboración de  $SO_2$   
para llevar a cabo la conversión  $SO_2 \longrightarrow SO_3$  en la  
zona antes mencionada, sorprendentemente, aún cuando  
exista una carencia de óxidos de nitrógeno en el equilibrio  
5 general del sistema. Esto permite mantener el desarrollo  
del sistema prácticamente al nivel mínimo de  $NO_x$ , o sea  
no se precisa exceso de  $NO_x$ .

El estímulo es bastante mayor del que  
podría explicarse meramente por el pequeño aumento en el  
10 contenido de  $NO_x$  en el sistema.

Los cambios que se producen en el sistema,  
especialmente los producidos por fluctuaciones en el con-  
tenido de  $SO_2$  del gas de entrada se corrigen dentro de  
unos pocos segundos y el efecto estimulante de cada pequeña  
15 inyección dura alrededor de 10 a 15 minutos.

Las medidas de control definidas bajo  
(a) y (b) antes indicado, no están destinadas por tanto,  
en primer lugar, a aumentar el contenido de  $NO_x$  del sistema  
completando una deficiencia general de  $NO_x$  en éste,  
20 sino a estimular la reactividad del ácido diluido que  
circula en la zona de elaboración de  $SO_2$  cada vez que  
se vuelve deficiente, tal como antes se ha indicado.

Constituye una característica importante del invento que el ácido nítrico o los óxidos de nitrógeno se adicionen a la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  en la fase líquida (del ácido diluido). El líquido que es o contiene un compuesto de nitrógeno-oxígeno (por ejemplo ácido nítrico) se introduce, de preferencia, tal cual o en mezcla con ácido diluido, en la empaquetadura de una torre de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , y de modo que se produce una mezcla del ácido líquido y diluido adicionado en las empaquetaduras de las torres de esta zona.

Los "compuestos de nitrógeno-oxígeno" son aquellos compuestos que se encuentran normalmente o se utilizan en el proceso de óxido de nitrógeno, o sea  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ , nitroso o ácido nítrico y opcionalmente también "cristales de cámara" sólidos. El ácido nitroso se oxida inmediatamente a óxido nítrico en el proceso de óxido de nitrógeno o cede  $\text{N}_2\text{O}_3$  o forma nitroso con ácido sulfúrico.

Las sustancias gaseosas que contienen nitrógeno enlazado a oxígeno son por tanto gases que contienen  $\text{NO}$  o  $\text{NO}_2$  o  $\text{N}_2\text{O}_3$ . Las sustancias líquidas son en particular el propio ácido nítrico o nitroso.

De preferencia la cantidad de sustancia que contiene compuesto de nitrógeno-oxígeno se aumenta

proporcionalmente a la elevación en el contenido de NO de la corriente de gas en la zona de absorción o después de ésta.

5 Sin embargo, en las plantas de diseño simple la velocidad de adición de sustancia conteniendo compuesto de nitrógeno-oxígeno puede mantenerse también constante mientras que el contenido de NO de la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción exceda el contenido límite de NO antes citado.

10 La cantidad de compuesto de nitrógeno-oxígeno adicionada a cada etapa de ajuste a la zona de elaboración de SO<sub>2</sub> (sector de pretratamiento o sector principal) es muy pequeña en comparación con la cantidad de nitroso total que circula en el sistema. Considerando un sistema  
15 en donde circulen continuamente unas /100 toneladas de ácidos y exista un contenido de alrededor de 3% de nitroso en la fase ácida y en la fase gaseosa, significa que en el sistema circulan alrededor de 3 toneladas de nitroso. La acción correctiva tomada de conformidad con el invento  
20 en respuesta al aumento en el contenido de NO medido en los puntos antes descritos implica cantidades de 100 a 1000 mililitros de ácido nítrico o el similar compuesto de nitrógeno-oxígeno adicionadas al ácido

diluido que circula en la zona de elaboración de  $SO_2$ .  
Estas pequeñas cantidades de compuesto de nitrógeno-oxígeno proporcionan, dentro de menos de un minuto, el efecto corrector deseado, y no ascienden hasta un "completado" convencional de pérdidas de  $NO_x$  en todo el sistema.  
5 Esto último implicaría la adición de una cantidad considerablemente mayor de ácido conteniendo nitroso o ácido nítrico para compensar las pérdidas de  $NO_x$  en el sistema, una adición que se efectúa de preferencia y convencionalmente en la zona de desnitración en los procesos intensivos del arte anterior.  
10

En otro modo de operación la cantidad de sustancia que contiene compuesto de nitrógeno-oxígeno se aumenta en la misma proporción que se excede un valor límite del grado de aumento por unidad de tiempo del contenido de  $NO$  en la corriente de gas en o corriente abajo de la zona de absorción. De preferencia en calidad de compuesto de nitrógeno-oxígeno se utiliza ácido nítrico.  
15

En adición, el compuesto de nitrógeno-oxígeno está constituido, de preferencia, por óxidos de nitrógeno producidos por la combustión de amoníaco.  
20

Una sustancia líquida conteniendo nitrógeno enlazado a oxígeno puede producirse en particular

mediante la absorción de óxidos de nitrógeno en ácido sulfúrico.

La adición del compuesto de nitrógeno-oxígeno antes citado o la sustancia que lo contiene se interrumpe, de preferencia, cuando el contenido de NO de la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción cae por debajo de un valor fijo que es inferior al contenido límite antes citado de NO; o bien se reduce la adición de la sustancia cuando el contenido de NO en la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción desciende por debajo de un valor límite predeterminado del grado de elevación por unidad de tiempo, en cuyo caso el valor límite antes citado de la graduación corresponde aproximadamente al definido bajo (b) anteriormente.

En una operación particularmente ventajosa se prefiere

(a') medir también la concentración de  $\text{NO}_2$  de la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción, y

(b') interrumpir la adición de la sustancia citada en el ciclo de ácido diluido de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  cuando se excede un contenido específico de  $\text{NO}_2$  o cuando se excede un grado límite de la elevación del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas en el punto de control de  $\text{NO}_2$ .

A este respecto es también ventajoso

(c') aumentar la cantidad de ácido conteniendo nitroso que fluye de la zona de absorción y correspondientemente introducir en esta zona ácido pobre en nitroso o exento de nitroso procedente de la zona de desnitración (i) cuando se excede un según valor límite superior el contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción, o (ii) cuando se excede un segundo límite de graduación superior de la elevación en el contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción.

Por lo menos una parte de la substancia introducida en la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  pueda estar constituida por ácido sulfúrico conteniendo nitroso tomado de la zona de absorción, en cuyo caso puede aumentarse en particular el contenido de ácido sulfúrico tomado de la zona de absorción y que ha de introducirse en la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  mediante la adición de ácido nítrico.

En un método particularmente preferido para llevar a cabo el procedimiento del presente invento

5 se proporciona corriente arriba de la zona de desnitración una zona de pretratamiento a través de la cual fluye un ciclo separado de ácido diluido y por la que pasa la corriente de gas antes de entrar en la zona de desnitración, y se introduce en esta zona de pretratamiento una porción de la cantidad total de substancia conteniendo compuesto de nitrógeno-oxígeno o este último tal cual. La cantidad de esta substancia o compuesto introducido en la zona de pretratamiento puede desviarse de un ácido sulfúrico conteniendo nitroso que fluye desde la zona de absorción a la zona de elaboración de  $SO_2$ . Por lo menos una parte de la cantidad de compuesto de nitrógeno-oxígeno que ha de introducirse en la zona de pretratamiento puede estar constituida por óxidos de nitrógeno gaseosos que se producen por la oxidación de amoníaco y se introducen, de preferencia, en la corriente de gas antes que éste entre en la zona de pretratamiento.

15. Asimismo, en este caso puede aumentarse el contenido de compuesto de nitrógeno-oxígeno en el ácido sulfúrico conteniendo nitroso tomado de la zona de absorción, cuyo ácido debe introducirse parcialmente en el sector principal de la zona de elaboración de  $SO_2$  y parcialmente en el sector de esta última zona que constituye

20

la zona de pretratamiento, mediante la adición de ácido nítrico.

Además, puede mantenerse constante la densidad del ácido que abandona la zona de desnitración mediante la adición de ácido diluido o agua, mientras que la densidad del ácido diluido que circula a través del sector principal de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  puede mantenerse constante mediante la adición de ácido procedente de la zona de pretratamiento o de agua.

Constituye un objeto adicional del invento el proporcionar una planta para la separación de  $\text{SO}_2$  de una corriente de gas que contiene esta substancia, por lo menos intermitentemente, en una concentración que es impermisiblemente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente, con producción concomitante de ácido sulfúrico mediante el proceso de óxido de nitrógeno, controlándose el funcionamiento de esta planta dependiendo de la constante de  $\text{NO}$ , o de  $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$  y/o de la relación  $\text{NO}:\text{NO}_2$  en los gases consumidos en el sistema.

Esta planta comprende, en sucesión:

- (a) una zona de desnitración,
- (b) una zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  y
- (c) una zona de absorción de óxido de nitrógeno, compren-

diendo cada zona, por lo menos un aparato de reacción gas-líquido que está provisto con un sumidero para recoger el líquido que abandona el fondo del aparato respectivo,

- 5 (d) un conducto para la corriente de gas que, en sucesión, entre por un extremo, de preferencia el fondo, de la zona de desnitración y vá desde un extremo, de preferencia el extremo superior, de esta zona a la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  y desde esta última zona a la zona de absorción de óxido de nitrógeno y por último desde un extremo, de preferencia el extremo superior, de la última zona a la atmósfera,
- 10 (e) un conducto para la circulación de ácido diluido a través de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , y por último
- 15 (f) un conducto para la circulación de ácido desde el primer sumidero, tomado en la dirección de flujo de la corriente de gas, de la zona de absorción de óxido de nitrógeno al extremo superior de la zona de desnitración y desde el sumidero de esta zona a un extremo, de preferencia el extremo superior, de un aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno,
- 20 en donde se proporciona en dicha planta según el invento

- (g) un conducto de alimentación para el compuesto de nitrógeno-oxígeno en fase líquida o gaseosa que se conecta al conducto de circulación de ácido diluido (e) a través de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ ,
- 5 (h) un dispositivo medidor para medir el contenido de NO en la corriente de gas, cuyo dispositivo se conecta a la zona de absorción o al conducto (d) para la corriente de gas por debajo de la zona de absorción, o simultáneamente a la zona de absorción y al conducto
- 10 (d) corriente abajo de la zona de absorción, e
- (i) un dispositivo de control para adicionar compuesto de nitrógeno-oxígeno a través del conducto de alimentación (g) dependiendo del contenido de NO determinado por el dispositivo medidor (h).

15

En una modalidad ulterior mejorada de la planta de conformidad con el invento se proporciona un dispositivo para medir el contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas, cuyo dispositivo se conecta al conducto

20 para la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción, y el dispositivo de control (i) comprende un dispositivo regulador supermejorado (k) que interrumpe o reduce el suministro de compuesto de nitrógeno-oxígeno

a través del conducto (g) dependiendo del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas medido según el dispositivo medidor de  $\text{NO}_2$ .

5 En las modalidades preferidas de la planta anterior el conducto de alimentación para adicionar compuesto de nitrógeno-oxígeno en forma de ácido sulfúrico conteniendo nitroso puede conectarse al sumidero de un aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno. Este conducto de alimentación últimamente  
10 citado puede proporcionarse con un medio para introducir en este conducto ácido nítrico.

Una planta preferida del invento del tipo antes citado puede comprender una zona de pretratamiento, corriente arriba de la zona de desnitración, con un aparato  
15 de reacción y sumidero, mientras que el conducto para la corriente de gas pasa, en primer lugar, a esta zona de pretratamiento, de preferencia por su extremo inferior, y desde su otro extremo a un extremo, de preferencia el extremo del fondo, de la zona de desnitración, y en este  
20 punto puede proporcionarse un conducto separado para la circulación de ácido diluido, pasando, de preferencia, a través de la zona de pretratamiento de arriba a abajo, así como un conducto igualador entre los sumideros de la



extremo del fondo.

El conducto de alimentación (g) puede conectarse al sumidero de un aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno para recoger el compuesto de nitrógeno-oxígeno en forma de ácido sulfúrico conteniendo nitroso y un conducto ramificado puede pasar desde este último conducto al extremo superior de la columna de la unidad de combustión de amoníaco.

Este conducto ramificado del conducto de alimentación (g) puede conectarse, por medio de un conducto de ramificación secundario, al extremo superior de la zona de pretratamiento.

Breve descripción de los dibujos.

Otros detalles del invento resultarán evidentes a partir de la descripción que sigue con referencia a los dibujos adjuntos, en donde las vistas esquemáticas muestran en:

La figura 1 una primera realización particularmente simple de la planta de conformidad con el invento.

La figura 2 una segunda realización, similar a la mostrada en la figura 1, pero provista con

una zona de pretratamiento en donde el compuesto de nitrógeno-oxígeno procedente de la zona de absorción de óxido de nitrógeno se introduce solo en la zona de pretratamiento.

5

La figura 3 es una tercera realización con una zona de pretratamiento, en donde el compuesto de nitrógeno-oxígeno se introduce en la zona de pretratamiento y en el sector principal de la zona de tratamiento de  $SO_2$  y, en adición, se proporciona un dispositivo medidor para el  $NO_2$ .

10

La figura 4 es otra realización, similar a la representada en la figura 3, con una zona de pretratamiento y una unidad de combustión de amoníaco para producir óxidos de nitrógeno; y, por último

15

La figura 5 es una realización similar a la figura 4, en donde, no obstante, como en las realizaciones de las figuras 2 y 3, el ácido conteniendo compuesto de nitrógeno-oxígeno procedente de la zona de absorción puede introducirse en la zona de pretratamiento y en el sector principal de la zona de tratamiento de  $SO_2$ .

20

Descripción detallada de las modalidades representadas en los dibujos.

La realización mas simple de la planta de un sistema de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico del presente invento, ilustrada en la figura 1, comprende 5 columnas de contacto gas-líquido convencionales que contienen empaquetaduras y con el fin de simplificar en lo sucesivo de denominarán "torres".

Corriente abajo a partir de la zona de desnitración 2, en la dirección de flujo de la 10 corriente de gas, se encuentra la zona de tratamiento de  $SO_2$  con una primera torre 3 y una segunda torre 4, y corriente abajo de ésta se proporcionan empaquetaduras 5 y 6 alojadas en una sola torre y constituyendo la 15 zona de absorción de óxido de nitrógeno. De modo análogo a la planta descrita en la Offenlegungsschrift alemana 2.609.505, el gas de desecho que ha de tratarse y que contiene  $SO_2$  se introduce a través del conducto de entrada 102 en el extremo de fondo de la torre de desni- 20 tración 2 y pasa a través del conducto 32 desde la cabeza de la torre 2 a la cabeza de la torre 3 de la zona de tratamiento de  $SO_2$ , desde el extremo de fondo de la

empaquetadura de la torre 3 a través del conducto de gas 42 al extremo de fondo de la empaquetadura de la torre 4 de la misma zona y desde la cabeza de la torre 4 a través del conducto de gas 52 al extremo de fondo de la empaquetadura 5 de la torre que la contiene y desde aquí al extremo de fondo de la empaquetadura 6 de la misma torre y desde el extremo superior de esta empaquetadura a través del conducto de gas 72 con la ayuda del ventilador 167 a la atmósfera circundante.

10

Tal como en la planta conocida anteriormente citada, el ácido diluido circula también, en la planta descrita en la figura 1, a través del conducto de alimentación de ácido diluido 33 por medio de una bomba 35, pasando por un intercambiador de calor 34, hasta la cabeza de la empaquetadura de la torre 3 y se recoge en el extremo de fondo de esta torre en el sumidero 31, desde donde se bombea el ácido diluido por la bomba 45 a través del conducto 43, pasando por el intercambiador de calor 44, al extremo superior de la empaquetadura de la torre 4. El ciclo de ácido diluido a través de la zona de tratamiento de  $SO_2$  se cierra bombeando el ácido diluido desde el sumidero 41 de la torre 4 a través del

15

20

conducto 33. De preferencia en calidad de ácido diluido en este ciclo se utiliza ácido sulfúrico con una concentración de  $H_2SO_4$  de alrededor del 65% en peso.

5 La densidad del ácido diluido que circula en la zona de tratamiento de  $SO_2$  se mide por medio del dispositivo medidor de densidad 233 : en la salida del ácido del sumidero 41. La densidad puede controlarse de forma conocida adicionando agua o ácido. Sin embargo con fines de claridad se han omitido en la figura 1 las  
10 válvulas y conductos correspondientes.

De forma similar a la planta conocida, el ácido sulfúrico conteniendo nitroso se bombea del sumidero 51 de la torre común de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, cuyo sumidero está dispuesto  
15 por debajo de la empaquetadura 5, a través del conducto 54 por medio de la bomba 25 al intercambiador de calor 24 y, calentándose en éste, prosigue a través del conducto de alimentación de ácido 23 y sobre el extremo superior de la torre de desnitración 2 para la irrigación de la  
20 empaquetadura. Después de pasar a través de la empaquetadura de la torre 2, el ácido de desnitración resultante se recoge en el sumidero 21 de esta torre y se bombea por la bomba 65 a través del conducto 121 para entrar en el

intercambiador de calor 64 y prosigue a través del conducto 63 para pasar al extremo superior de la empaquetadura superior 6 de la torre de la zona de absorción de óxido de nitrógeno.

5 Desde la empaquetadura 6 el ácido fluye directamente hacia abajo en la empaquetadura 5, mientras que el gas que ha de tratarse pasa desde la empaquetadura 5 directamente en la empaquetadura 6. En este caso, por consiguiente, no es necesario corte  
10 de gas entre las dos empaquetaduras.

El ácido sulfúrico desnitrado que tiene una concentración de  $H_2SO_4$  del 70 al 80% en peso puede desviarse desde el conducto 63 a través de un conducto 95 y una válvula 96 al contenedor de ácido 90  
15 y extraerse de la planta a través de un conducto de descarga en P.

De este modo la etapa de desnitración se efectúa de forma conocida en la empaquetadura de la torre 2. La etapa de tratamiento de  $SO_2$  tiene lugar en  
20 las empaquetaduras de las torres 3 y 4 y la etapa de absorción de óxido de nitrógeno se efectúa en las empaquetaduras 5 y 6 de su torre común. En la zona

de tratamiento de  $\text{SO}_2$  (torres 3 y 4) se utiliza un ácido sulfúrico con una concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  inferior al 70% en peso (ácido diluido). En la zona de desnitración (torre 2) y en la zona de absorción de óxido de nitrógeno (torres 5 y 6) se utiliza un ácido con una concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  entre el 70 y 85% en peso (ácido de absorción). De preferencia la concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  del ácido de absorción está comprendida entre 72 y 80% en peso.

Al igual que en el proceso conocido de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico, el óxido de nitrógeno se mantiene también libre del ácido introducido en el proceso del invento en la zona de desnitración y pasa a través de la vía de gas a la zona de absorción en donde se absorbe el óxido de nitrógeno gaseoso por ácido sulfúrico. Tal como se ilustra en la figura 1, este proceso tiene lugar como sigue: el ácido de absorción libre de nitroso, que fluye desde la empaquetadura de la torre 2 al sumidero 21, se enfría en el refrigerador 64 y pasa mediante la bomba 65, a través del conducto 63, a la empaquetadura 6 y luego fluye en la empaquetadura 5 y de aquí al sumidero 51 y prosigue el avance a través

del conducto 25 y a través del intercambiador de calor 24  
y el conducto 23 para volver a la empaquetadura de la  
torre 2, en donde los óxidos de nitrógeno que han sido  
absorbidos por las empaquetaduras de las torres 5 y 6  
5 se liberan de nuevo en la corriente de gas.

Ulteriormente el ácido es adicionalmente  
bombeado en forma de por sí conocida de los sumideros  
de cada torre a la cabeza de ésta para intensificar la  
transferencia de masa entre el gas y el ácido. Sin embargo,  
10 las instalaciones correspondientes, por claridad, no  
se representan en los dibujos. Solo se indican aquellos  
conductos de alimentación de ácido que efectúan un  
intercambio de ácido entre las distintas empaquetaduras.

Según el invento, en la planta de  
15 la figura 1 se proporciona un contenedor 80 que contiene  
ácido nítrico o un ácido sulfúrico con una elevada concen-  
tración de nitroso y/o ácido nítrico. El ácido nítrico  
pasa a través del conducto 83 al contenedor 80. Un  
conducto 82, provisto con una válvula 56, se conecta al  
20 sumidero 51 de la zona de absorción de óxido de nitrógeno  
y vá al contenedor 80. El ácido sulfúrico conteniendo  
nitroso puede descargarse a través del conducto 82 en el

contenedor 80 que se conecta adicionalmente, a través del conducto 37 en donde se proporcionan la bomba 85 y la válvula 46, a la cabeza de la primera torre 3 de la zona de tratamiento de  $SO_2$ .

5

Un analizador 285 se conecta al conducto de corriente de gas 72 y mide, continuamente, el contenido de NO en los gases que fluyen a su través procedentes de la empaquetadura 6 de la torre de la zona de absorción. Cuando el contenido de NO se eleva sobre un valor permisible, o cuando el aumento de la concentración de NO excede una proporción fijada, la bomba 85 se pone en funcionamiento por medio de una señal procedente del analizador 285 y fluye a través de la válvula 46 y el conducto 37 ácido sulfúrico con una elevada concentración de ácido nítrico en la empaquetadura de la torre 3.

10

15

20

Quando el analizador 285 indica que el contenido de NO de los gases que abandonan la zona de absorción ha descendido por debajo de un valor fijado, o cuando la proporción de disminución del contenido de óxido de nitrógeno en estos gases excede una proporción mínima de disminución, se interrumpe el funcionamiento

de la bomba 85. En lugar de poner en funcionamiento la bomba 85 o dejarla sin funcionar, se entenderá que el flujo de ácido sulfúrico con un elevado contenido de ácido nítrico puede regularse también aumentando o  
5 disminuyendo su contenido, según se requiera. La demora de la respuesta en el sistema de control a una señal dada por el analizador es solo de unos pocos minutos.

En la planta de la figura 1 el analizador 285 se representa instalado en el extremo de cabeza de la  
10 empaquetadura de la torre de absorción 6. Resulta también posible medir el contenido de óxido de nitrógeno en la entrada de los gases a la empaquetadura 5 de la torre de absorción o entre las empaquetaduras 5 y 6 de la zona de absorción. Se apreciará que el contenido de óxido de  
15 nitrógeno en estos puntos es correspondientemente superior que en la salida de la zona de absorción. Sin embargo es también posible utilizar una medición tomada en el interior de una empaquetadura de la zona de absorción en calidad de valor regulador. Esto proporciona una  
20 reducción de la demora en la respuesta a la señal. También es posible, y en casos especiales ventajoso, llevar a cabo una medición de NO de forma simultánea en distintos puntos de la zona de absorción de óxido de nitrógeno.

Se ha descubierto, adicionalmente, que es ventajoso llevar a cabo la adición del compuesto de nitrógeno-oxígeno o de una sustancia líquida o gaseosa que lo contenga tan lejos corriente arriba del sistema como sea posible. Por consiguiente, es posible ejercer una influencia considerable sobre el contenido de NO de los gases consumidos de la planta aún cuando se introduzca solo cantidades relativamente reducidas de compuesto de nitrógeno-oxígeno. Así pues el invento posibilita automatizar un sistema de óxido de nitrógeno-ácido sulfúrico.

Una realización de esta característica se ilustra en la planta de conformidad con el invento representada en la figura 2. En esta realización los gases húmedos que contienen  $SO_2$  se ponen en contacto, en forma conocida por la Offenlegungsschrift alemana 2.609.505, con ácido diluido en una torre de pretratamiento corriente arriba de la zona de desnitración, extrayéndose parte del contenido de vapor de agua de estos gases en la empaquetadura de la torre 1. El ácido diluido que desciende de la empaquetadura de la torre 1 para entrar en el sumidero 71 de esta torre se transporta luego por medio de la bomba 75 a través del conducto 73 y del intercambiador de calor 74, que calienta el ácido,

y luego a través del conducto 73 a la cabeza de la torre 7 cuya empaquetadura constituye una zona de deshidratación de ácido.

5 El calentamiento adicional del ácido en el intercambiador de calor 74 intensifica la eliminación de agua del ácido en la empaquetadura de la torre 7. La torre 1 de la zona de pretratamiento mostrada en la figura 2 constituye, en esta realización del invento, un primer sector de la zona de elaboración de  $SO_2$ .

10 El ciclo de ácido diluido a través de la zona de pretratamiento pasando por el conducto 73, se separa del ciclo de ácido diluido de la zona principal de la zona de elaboración de  $SO_2$ , y se cierra con el ácido diluido, conducido a través de la línea 73 a la cabeza de la torre 7, irrigando la empaquetadura de ésta, y fluye luego a través de esta empaquetadura y a través del cierre de gas-líquido 77 en el extremo de fondo de la torre 7 para entrar en la empaquetadura de la torre 1 situada inferiormente.

20 De este modo la cantidad de agua absorbida por este ácido durante su circulación a través de la empaquetadura de la torre 1 es conducida a través del conducto 73 directamente al extremo de todo el sistema.

o sea en la empaquetadura de la torre 7, en donde se libera en forma de vapor de agua para entrar en el gas consumido del sistema alimentado a la torre 7 a través del conducto 72.

5 El ácido diluido cuando pasa a través de la zona de pretratamiento en la torre 1 ya ha sido calentado. Tal como se ha indicado, el calentamiento adicional del ácido en el intercambiador de calor 74 intensifica la liberación de agua en la empaquetadura de la torre 7. El agua evaporada abandona el sistema en forma de vapor junto con los gases consumidos  
10 exentos de  $SO_2$  a través del conducto 705.

Por medio de esta etapa de deshidratación que seca la corriente de gas en la zona de pretratamiento se introduce en el resto del sistema con la corriente de gas  
15 menos vapor de agua o ninguno, haciendo ello posible mantener constantemente una concentración de ácido suficiente (por ejemplo del 75% en peso de  $H_2SO_4$ ) en la empaquetadura de la torre de desnitración 2, así como en las empaquetaduras 5 y 6 de la zona de absorción.

20 Con el control del suministro de combustible al intercambiador de calor 74 es posible regular la cantidad de agua liberada del ácido que circula a través

de las empaquetaduras de las torres 7 y 1, con lo que puede mantenerse en este ciclo una concentración deseada del ácido.

De conformidad con el invento se conduce desde el contenedor 80 ácido nítrico o ácido sulfúrico que contiene nitroso o nitroso y ácido nítrico por medio de la bomba 85 a través del conducto 37 a la válvula 86 y luego a través del conducto 78 a la cabeza de la empaquetadura de la torre 1, cuya empaquetadura es irrigada siempre que el analizador de NO 285 abra la válvula 86 y ponga la bomba 85 en funcionamiento.

De este modo las ventajas antes descritas del procedimiento del invento se realizan de forma totalmente automática.

En esta modalidad preferida del invento, tal como se ilustra en la planta de la figura 2, la torre 1 que se irriga con ácido diluido y se situa, en la dirección del flujo de gas, corriente arriba de la zona de desnitración, se utiliza por tanto para controlar todo el sistema.

Esta torre con empaquetadura 1 o aparato de reacción de gas-líquido correspondiente de otro tipo que se irriga con ácido diluido y se dispone, en la dirección del flujo de gas, corriente arriba del resto del sistema, se carga, consiguientemente, con la cantidad total de compuesto de



y en el ciclo a través de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ . Estas densidades de ácido pueden mantenerse constantes por medio de dispositivos conocidos de control automático de la densidad. Como resulta evidente a partir de la figura 2, el dispositivo medidor de densidad 221 está provisto en el conducto de descarga 121 del sumidero 21. Este dispositivo medidor regula la válvula 36, con lo que una cantidad deseada del ácido diluido se conduce por medio de la bomba 25 a través del conducto 23 a la empaquetadura de la torre de desnitración 2. El dispositivo medidor de densidad 221 regula la adición de ácido diluido de modo que, en la salida de la zona de desnitración, o sea, la salida de la empaquetadura de la torre de desnitración 2, se mantiene una concentración de ácido constante.

Un conducto de igualación 133 conecta los sumideros 71 y 31 y de este modo se asegura el equilibrio del nivel de ácido en ambos sumideros.

En una modalidad ulterior de una planta de conformidad con el invento, ilustrada en la figura 3, no es la cantidad total del compuesto de oxígeno-nitrógeno o de sustancia que contiene este compuesto la que se introduce en el primer sector de la zona de tratamiento

de  $\text{SO}_2$ , sino solo una porción de ésta, mientras que la porción restante se introduce, como en la modalidad de la figura 1, en la cabeza de la torre 3, o sea en el sector principal de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ . La relación ponderal de las porciones antes citadas que pasa, respectivamente, al primer sector y al sector principal de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  puede regularse mediante el ajuste correspondiente de las válvulas 46 y 86.

Contra mayor es el área de contacto entre gas y líquido en las torres de reacción de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , mayor será la ventajosa aceleración de las reacciones químicas que tienen lugar durante la etapa de tratamiento de  $\text{SO}_2$ .

Con la introducción simultánea del compuesto de nitrógeno-oxígeno en el primer sector de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$  y en el sector principal de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ , o sea, en las empaquetaduras de las torres 1 y 3, se irriga un área mucho mayor correspondiente a la suma de los volúmenes de las empaquetaduras de las torres 1 y 3 y se obtiene una aceleración correspondientemente aumentada de toda la elaboración de  $\text{SO}_2$ .

En una forma preferida ulterior de  
operación de conformidad con el invento, que puede llevarse  
a cabo en la modalidad ilustrada en la figura 3, se mide el  
contenido de  $\text{NO}_2$  de los gases además del contenido  
5 de  $\text{NO}$  antes descrito; esto se realiza en el analizador  
255, dentro o corriente abajo de la zona de absorción.  
Este analizador 255 está acoplado con un dispositivo de  
control de tipo conocido (no representado) que está super-  
puesto al dispositivo de control previamente descrito 285,  
10 cuyo dispositivo mide el contenido de  $\text{NO}$  de los gases.  
Tan pronto como el contenido de  $\text{NO}$  excede un valor fijado,  
se interrumpe o reduce la adición de las sustancias que  
contienen compuesto de nitrógeno-oxígeno. Además, cuando  
el contenido de  $\text{NO}_2$  es demasiado elevado o es excesivamente  
15 rápido el aumento de la concentración de  $\text{NO}_2$ , se extrae  
de la zona de absorción, superando la proporción normal,  
ácido sulfúrico conteniendo nitroso, lo cual se realiza  
regulando de forma apropiada la válvula 56 y se introduce  
en la zona de absorción una cantidad correspondiente de  
20 ácido exento de nitroso o nitroso-empobrecido. El analizador  
255 mide la concentración de  $\text{NO}_2$  en los gases de forma  
continua en la salida de la empaquetadura 6. Tan pronto

como el contenido de  $\text{NO}_2$  se eleva sobre un valor fijado o la concentración de  $\text{NO}_2$  se eleva de forma excesivamente rápida, se detiene la bomba 85, con lo que se interrumpe la adición de ácido sulfúrico que tiene una elevada concentración de ácido nítrico desde el contenedor 80 a la empaquetadura de la torre 3. La bomba 55 también está controlada por el analizador 255. Cuando el contenido de  $\text{NO}_2$  se eleva con excesiva rapidez en la salida de la empaquetadura 6 se pone en funcionamiento esta bomba y además se abre la válvula 56, después de lo cual fluye ácido conteniendo nitroso en el contenedor 80 y fluye ácido exento de nitroso desde el contenedor 90, a través del conducto 53, a la empaquetadura 5 de la torre de absorción. El ácido de absorción exento de nitroso lava el ácido conteniendo nitroso pasando de la empaquetadura 5 al sumidero 51 y a través del conducto 82 para entrar en el contenedor 80.

Quando la adición del compuesto de nitrógen-oxígeno no se efectua en forma de ácido nítrico sino de óxidos de nitrógeno gaseoso, es menos ventajoso introducir los óxidos de nitrógeno gaseosos directamente en las empaquetaduras de las torres 3 y 4 de la zona de elaboración de  $\text{SO}_2$ . Por el contrario se obtiene una

acción mas rápida y potente disolviendo primero los óxidos de nitrógeno en ácido sulfúrico y luego introduciendo el ácido sulfúrico que contiene óxidos de nitrógeno en la zona de elaboración de  $SO_2$ .

5

10

15

20

En la realización de una planta de conformidad con el invento, ilustrada en la figura 4, con la referencia numérica 108 se designa una unidad de oxidación de amoníaco. Los óxidos de nitrógeno que en ésta se forman se refrigeran en un intercambiador de calor 104 y a continuación fluyen a través de una columna de absorción 10 desde el fondo hacia arriba. La porción de los óxidos de nitrógeno que no se absorbe en la columna 10 pasa a través de un conducto 112 al conducto de entrada 102 para el gas que ha de tratarse y, por tanto, en la corriente de gas principal de la planta. El ácido puede pasar del conducto 78, a través de la válvula 106, a la columna 10, en donde se satura con óxidos de nitrógeno. Este ácido pasa luego a través del sumidero 101 y a través del conducto 115 a la bomba 116 y a través del conducto 117 y la válvula 118 a la empaquetadura de la torre 3.

Por último, la figura 5 muestra una planta completa que combina todas las características de las realizaciones de las plantas de las figuras 1 a 4 y

permite, dependiendo de la naturaleza del contenido de  $\text{SO}_2$  de los gases que han de tratarse y dependiendo además de si debe consumirse en la planta, intermitentemente, mas amoniaco o mas ácido nítrico, llevar a cabo el tratamiento de los gases de desecho conteniendo  $\text{SO}_2$  según el procedimiento del invento de forma económicamente óptima.

El ejemplo no limitativo que sigue ilustra el método de llevar a cabo el procedimiento del presente invento en la realización de planta mostrada en las figuras 3 y 5.

EJEMPLO

Se trata una corriente de gas que contiene  $\text{SO}_2$  y, por  $\text{Nm}^3$  (1 metro cúbico normal =  $1 \text{ m}^3$  a  $0^\circ\text{C}$  y 1 bar), las cantidades gramo-moleculares siguientes:

$\text{SO}_2$	0,5-0,9 mol
$\text{H}_2\text{O}$	2,8-3,1 moles
$\text{O}_2$	4 - 6 moles
$\text{CO}_2$	1,2 - 1,6 moles
$\text{NO}$	0,01 - 0,02 mol,

estando constituido el equilibrio por nitrógeno.

Una cantidad controlable de este gas se introduce en la empaquetadura de la torre 1 de una planta tal como se representa en la figura 3. El volumen de la empaquetadura de cada una de las torres 1 a 7 es de 1 m<sup>3</sup>. El volumen de la empaquetadura de cada una de las torres 2 a 6 es de 2,6 m<sup>3</sup>. Por consiguiente, la suma de los volúmenes de las torres 1 a 7 es de 15 m<sup>3</sup>. Para formar las empaquetaduras de las torres se utilizan cuerpos de polietileno del tipo descrito en la Offenlegungsschrift alemana 2.416.955. La empaquetadura de cada torre tiene un área superficial de 300 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. La circulación del ácido en la empaquetadura de las torres 1 y 7 se efectúa tal como se ilustra en las figuras 3 y asciende a 2 litros por Nm<sup>3</sup> de gas. La empaquetadura de la torre 2 se irriga con 1 litro de ácido por Nm<sup>3</sup> de gas, en la forma ilustrada en la figura 3. Cada una de las empaquetaduras de las torres 3 y 4 se irrigan con 3,3 litros de ácido por Nm<sup>3</sup> de gas. La irrigación de la empaquetadura de las torres de absorción se intensifica mediante una bomba y un conducto de reciclado que no se ilustran en la figura 3. Esta bomba, no ilustrada, transporta ácido del sumidero 51 a la empaquetadura 5, de modo que, junto con el flujo de ácido mostrado en la figura 3, la empaquetadura se irriga con un

total de 4 litros de ácido por Nm<sup>3</sup> de gas. La temperatura del ácido en la salida de los intercambiadores de calor 74 y 24 es de 64°C. La temperatura del ácido que abandona los intercambiadores de calor 34, 44 y 64 está comprendida entre 30° y 40°C. Calculado para una temperatura de 15°C los ácidos circulantes tienen los pesos por litro siguientes:

5	empaquetaduras 1 a 7	1,5 kg/litro
10		(48,1° Bé = 59,7% en peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
	empaquetaduras 2, 5 y 6	1,67 kg/litro
		(57,9° Bé = 74,66% en peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
15	empaquetaduras 3 y 4	1,56 kg/litro
		(51,8° Bé = 65,2 % en peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )

Los óxidos de nitrógeno absorbidos en las empaquetaduras 5 y 6 de la torre de absorción son transportados por la bomba 51 a través del conducto 23 a la empaquetadura de la torre 2 en donde estos óxidos de nitrógeno, como resultado de su reacción con SO<sub>2</sub>, pasan

como NO en la corriente de gas que abandona la empaquetadura de la torre 2 a través del conducto 32. Contra mayor es el contenido de óxidos de nitrógeno en la corriente de gas mas efectiva es la elaboración de SO<sub>2</sub> en las empaquetaduras de las torres 3 y 4.

5

A través del conducto 23 pasa a la empaquetadura de la torre 2 un litro de ácido conteniendo nitroso por Nm<sup>3</sup> de gas. Contra mayor es el contenido nitroso del ácido mayor será la cantidad de gas conteniendo SO<sub>2</sub> que puede elaborarse en el sistema. Sin embargo, cuando el contenido nitroso del ácido es excesivamente elevado aumenta el contenido de óxido de nitrógeno de los gases consumidos del sistema. Para controlar el contenido de nitroso del ácido en el sumidero 51 se bombea del contenedor 80 ácido nítrico que es alimentado a éste a través del conducto 83, cuyo bombeo sea realiza por medio de la bomba 85 a través de la válvula 46 y el conducto 37 para entrar en la empaquetadura de la torre 3.

10

15

20

Los óxidos de nitrógeno que quedan libres en la empaquetadura de esta torre 3 y de la torre subsiguiente 4 pasan a través de los conductos de gas 42 y 52 a la empaquetadura 5 de la torre de absorción y son absorbidos por el ácido sulfúrico y, por tanto, son transportados al

sumidero 51.

La introducción de gas en una cantidad de 400 Nm<sup>3</sup>/hora a una concentración de nitroso del ácido en el sumidero 51 del 2% en peso, calculado como HNO<sub>3</sub>, resulta en un gas agotado procedente de todo el sistema en el conducto 705 que contiene de 50 a 100 ppm de NO y 200 a 300 ppm de NO<sub>2</sub>. Cuando la cantidad de gas introducida en el sistema es de 500 Nm<sup>3</sup>/hora en lugar de 400 Nm<sup>3</sup>/hora, o cuando el contenido de SO<sub>2</sub> aumenta en el gas de entrada mientras que la cantidad de gas permanece constante, el sistema no puede tratar por completo el SO<sub>2</sub> presente en el gas y cierta cantidad de SO<sub>2</sub> pasará a la zona de absorción, con lo que aumenta el contenido de NO de los gases consumidos del sistema.

Con el fin de tratar la cantidad aumentada de SO<sub>2</sub> sin pérdidas sustanciales de óxidos de nitrógeno será necesario:

- cuando no se aplican las medidas del presente invento - aumentar la concentración de nitroso del ácido que se introduce en la empaquetadura de la torre 2, y/o aumentar la cantidad de ácido que se introduce en la empaquetadura de la torre 2. Cuando han de elaborarse 500 Nm<sup>3</sup>/hora de gas debe aumentarse la concentración de nitroso del ácido



Por el contrario, llevando a cabo el procedimiento de conformidad con el invento, es posible compensar un aumento o una disminución en la concentración de  $\text{SO}_2$  en los gases de entrada, así como un cambio en el volumen de flujo del gas que contiene  $\text{SO}_2$ , sin que se produzca una pérdida notable de óxidos de nitrógeno en los gases expedidos a través de la chimenea de la planta. Un aumento del contenido de  $\text{SO}_2$  en el gas que ha de tratarse produce un aumento en el contenido de  $\text{NO}$  de los gases, lo que se mide continuamente en el analizador 285, corriente abajo de la zona de absorción, superando el valor operativo normal de 100 ppm hasta, por ejemplo, 150 ppm. Entonces un dispositivo de control automático pone la bomba 85 en funcionamiento, con lo que un ácido sulfúrico que tiene una concentración del 20% en peso de ácido nítrico se bombea desde el contenedor 80, a través de los conductos 78 y 37, a las empaquetaduras de las torres 1 y 3. Las válvulas 86 y 46 son controladas de modo que 0,4 litro por minuto de ácido fluya a la empaquetadura de la torre 1 y 0,6 litro por minuto de ácido a la empaquetadura de la torre 3. Después de una breve demora de solo dos minutos el contenido de  $\text{NO}$  en el gas en la salida de la zona de

absorción desciende por debajo de 100 ppm y se interrumpe  
el funcionamiento de la bomba 85. El ácido nítrico  
adicionado al ácido diluido de dos ciclos a través de  
las torres 1 y 3, respectivamente, se consume después  
5 de alrededor de 15 minutos y se expide en forma de óxidos  
de nitrógeno gaseosos. Estos óxidos de nitrógeno son  
absorbidos por el ácido en la zona de absorción, con lo que  
se eleva el contenido de nitroso del ácido en el sumidero 51.

Sin embargo, el aumento de nitroso  
10 todavía no es suficiente para producir en la empaquetadura  
de la torre de desnitración una reacción proporcionada con  
el contenido aumentado de  $SO_2$  en la corriente de gas.  
Al cabo de unos 12 minutos el contenido de NO de los  
gases expedidos se eleva de nuevo hasta más de 150 ppm,  
15 mientras que el contenido de  $NO_2$  desciende desde un máximo  
de 250 ppm hasta por debajo de 150 ppm. El analizador  
285 activa una vez más la bomba 85 y, de nuevo, al cabo  
de dos minutos, el contenido de NO de los gases corriente  
abajo de la zona de absorción desciende por debajo de  
20 100 ppm, con lo que se interrumpe de nuevo el funciona-  
miento de la bomba 85.

Este proceso de activar y desactivar  
la bomba 85 se repite hasta que el contenido de nitroso

en el sumidero 51 se ha ajustado a la cantidad aumentada de  $\text{SO}_2$  en la corriente de gas que entra en el conducto 102 para tratarse en el sistema. Contra mas se aproxima el contenido de nitroso en el sumidero 51 al valor necesario para un tratamiento completo de  $\text{SO}_2$  en el sistema, mayor será el intervalo entre dos periodos de conmutación.

Cuando, por otra parte, la cantidad de gas que ha de elaborarse en el sistema disminuye, o cuando desciende la concentración de  $\text{SO}_2$  en el gas que ha de tratarse, entonces aumenta el contenido de  $\text{NO}_2$  de los gases corriente abajo de la zona de absorción y desciende el contenido de  $\text{NO}$  bastante por debajo de 100 ppm. El contenido de  $\text{NO}_2$  de los gases expedidos de la zona de absorción se mide continuamente mediante el analizador 255.

Cuando el contenido de  $\text{NO}_2$  aumenta por minuto mas de 30 ppm y/o cuando el contenido de  $\text{NO}_2$  se eleva sobre 200 ppm, se detiene la bomba 85 mediante un dispositivo de control automático (no representado) en caso de que dicha bomba estuviera en funcionamiento en este momento. Con un aumento en el contenido de  $\text{NO}_2$  superior a 50 ppm por minuto y/o con un contenido de  $\text{NO}_2$  superior a 300 ppm, un dispositivo de control automático, de un tipo de por sí

conocido y sensible al analizador 255, abre la válvula 56 y activa la bomba 55, con lo que el ácido sulfúrico conteniendo nitroso fluye en el contenedor 80, mientras que ácido sulfúrico exento de nitroso se bombea del contenedor 90 por la bomba 55, a través del conducto 53, a la empaquetadura 5 de la zona de absorción. La cantidad de ácido adicionada y extraída es de 0,3 litro por Nm<sup>3</sup> de gas. Después de unos 3 minutos el contenido de NO<sub>2</sub> de los gases corriente abajo de la zona de absorción cae por debajo de 200 ppm y el dispositivo de control automático cierra la válvula 56 e interrumpe el funcionamiento de la bomba 55. En el contenedor 80 se obtiene una concentración de ácido nítrico del 20% en peso mediante la adición de ácido nítrico a través de la válvula 83.

Según ya se ha explicado anteriormente, en períodos de la entrada de gases con un elevado contenido de SO<sub>2</sub>, el ácido almacenado en el contenedor 80 se devuelve al sistema.

El ácido sulfúrico que fluye del contenedor 90 a través del conducto de descarga P, se forma en proporción a la cantidad de SO<sub>2</sub> tratado en el sistema.

Por medio de los dispositivos de control descritos es posible mantener el contenido de N<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (suma

del contenido de NO y NO<sub>2</sub>) de los gases expedidos del sistema  
constantemente por debajo de 400 ppm, aún cuando la cantidad  
de gas que ha de elaborarse o la concentración de SO<sub>2</sub>  
en éste está sujeta a frecuentes fluctuaciones en una gama  
5 tan amplia como de  $\pm 70\%$  en peso del valor medio diario.

El peso por litro (o densidad) de los  
ciclos de ácido se controla como sigue: La densidad del  
ácido en el ciclo a través de las empaquetaduras de las  
torres 1 y 7 se mantiene a 1,5 kg/litro controlando el  
10 suministro de calor en el intercambiador de calor 14.

El suministro en aumento de calor intensifica la eliminación  
de agua en la empaquetadura de la torre 7 y, por consi-  
guiente, aumenta la densidad del ácido. La densidad del  
ácido en el ciclo a través de las empaquetaduras de las  
15 torres 3 y 4 de la zona de elaboración de SO<sub>2</sub> se mantiene  
a 1,56 kg/litro mediante la adición controlada de ácido  
a partir del sumidero 71. No se representan los conductos  
correspondientes y válvulas. La densidad de ácido en la  
salida de la torre de desnitración 2 se mantiene a 1,67 kg/li-  
tro mediante la adición controlada de ácido diluido desde  
20 el sumidero 31 a la empaquetadura de la torre 2.

Son bien conocidos los dispositivos analizadores  
y controladores utilizados en la planta de conformidad con

el invento. Los analizadores se fabrican, por ejemplo, por la Termo Electron Corporation, Waltham, Mass., USA y se denominan "NO<sub>x</sub> chemoluminiscent source analyzer for automotive emission" o "NO-NO<sub>x</sub> chemoluminiscent analyzer", por ejemplo "Modelo 44".

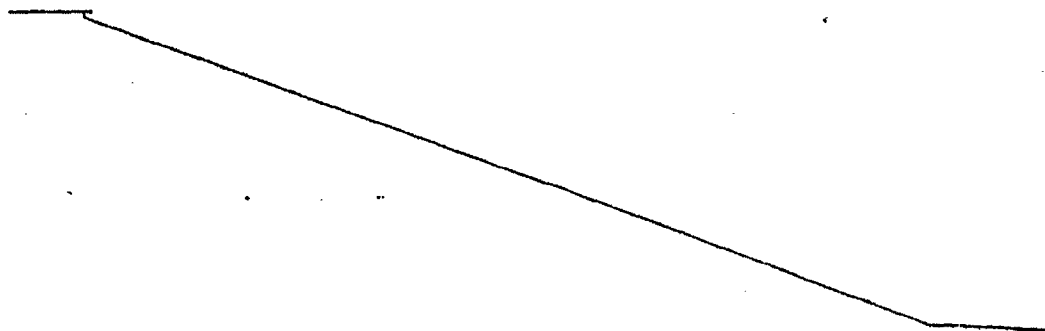
5

Un circuito para utilizarse para una respuesta de control a estos analizadores se describe, por ejemplo, en el artículo "Automatisierung Regelungstechnik" en Meyers Handbuch über die Technik, Giographisches Institut Mannheim, Germany, Allgemeiner Verlag 1971, págs. 721-736. Cuando, por ejemplo, se utiliza un analizador de NO o NO<sub>2</sub> del tipo descrito anteriormente en lugar del termoelemento representado en la figura 1 de este artículo, entonces la válvula ilustrada se controla por medio del transductor de medición eléctrico MU y control R. Una ilustración mas detallada del componente del transductor de medición eléctrico MU hasta una válvula o una bomba se ilustra en la mitad izquierda de la figura 8 del mismo artículo.

10

15

20



REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas y de propia invencion las siguientes reivindicaciones:

- 5 1.- Un procedimiento con su instalación de realización para separar  $\text{SO}_2$  de una corriente de gas que lo contiene, por lo menos intermitentemente, en una concentración que es impermisiblemente elevada para descargarse en la atmósfera ambiente, con producción concomitante de ácido sulfúrico mediante el proceso de óxido de nitrógeno, en cuyo último proceso el gas que contiene  $\text{SO}_2$  fluye inicialmente a través de una zona de desnitración o a través de una zona de pretratamiento que constituye un primer sector de una zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , y luego a través de dicha zona de desnitración, a continuación a través del sector principal de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$  y, a continuación, a través de una zona de absorción de óxido de nitrógeno, poniéndose en contacto con la corriente de gas, en por lo menos uno de los dos sectores de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$ , con ácido diluido que tiene una concentración inferior al 70% en peso (55° Bé) de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  que circula a través del sector respectivo de esta zona de tratamiento
- 10
- 15
- 20

de  $\text{SO}_2$ , mientras que en la zona de absorción los óxidos de nitrógeno liberados en la zona de desnitración son absorbidos por ácido sulfúrico, y se extrae ácido conteniendo nitroso con una concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  del 70 al 80% en peso (55 a 63,5° Bé) de la zona de absorción y se alimenta a la zona de desnitración, caracterizado porque comprende conjuntamente.

- (a) medir el contenido de NO en la corriente de gas en un punto de la zona de absorción o corriente abajo de la zona de absorción o simultáneamente en puntos tanto de la zona de absorción como de la corriente abajo de ésta, e
- (b) introducir un compuesto de nitrógeno-oxígeno, o una sustancia que contenga este compuesto, en el ciclo de ácido diluido de por lo menos uno de los dos sectores de la zona de tratamiento de  $\text{SO}_2$  cuando, en el punto o puntos de control de NO, se excede un valor límite específico del contenido de NO o del grado de aumento por unidad de tiempo del contenido de NO en la corriente de gas, con la abstención de alterar la concentración de ácido en dicha zona de absorción.

2.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la cantidad adicionada de compuesto de nitrógeno-oxígeno o de sustancia que lo contiene se aumenta proporcionalmente al aumento del contenido de NO en la corriente de gas en la zona de absorción o corriente abajo de ésta.

5

3.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la proporción de flujo del compuesto de nitrógeno-oxígeno adicionado o de una sustancia que lo contiene se mantiene constante mientras que el contenido de NO de la corriente de gas en la zona de absorción o corriente abajo de ésta, excede dicho valor límite de NO.

10

15

4.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque la cantidad adicionada de compuesto de nitrógeno-oxígeno o de sustancia que lo contiene se aumenta en la misma proporción que se excede un valor límite o grado de aumento por unidad de tiempo del contenido de NO en la corriente de gas en la zona de absorción o corriente abajo de ésta.

20

5.- Un procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque la cantidad adicionada de compuesto de nitrógeno-oxígeno o de sustancia que lo contiene se mantiene constante mientras que se excede un valor límite del grado de aumento por unidad de tiempo del contenido de NO en la corriente de gas en la zona de absorción o corriente abajo de ésta.

10 6.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el compuesto de nitrógeno-oxígeno está constituido por ácido nítrico o por óxidos de nitrógeno que se producen con la oxidación de amoníaco.

15 7.- Un procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque la sustancia que contiene compuesto de nitrógeno-oxígeno se forma por la absorción de óxidos de nitrógeno en ácido sulfúrico.

20 8.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 2, caracterizado porque la adición de compuesto de nitrógeno-oxígeno o de sustancia que lo contiene se interrumpe cuando el contenido de NO de la

corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción  
desciende por debajo de un valor fijado, el cual es  
inferior al contenido límite de NO.

5

9.- Un procedimiento, de conformidad  
con la reivindicación 4, caracterizado porque la adición  
del compuesto de nitrógeno-oxígeno o de la sustancia  
que lo contiene se reduce cuando el contenido de NO  
en la corriente de gas corriente abajo de la zona de  
absorción desciende por debajo de un valor límite predeter-  
minado del grado de aumento en el contenido de NO por  
unidad de tiempo, correspondiendo el valor límite de  
la graduación aproximadamente al definido bajo (b) antes  
expuesto.

10

15

10.- Un procedimiento, de conformidad con  
la reivindicación 1, caracterizado porque se mide la concen-  
tración de NO<sub>2</sub> de la corriente de gas en un punto corriente  
abajo de la zona de absorción; y se interrumpe la adición  
de compuesto de nitrógeno-oxígeno o de sustancia que  
lo contiene al ciclo de ácido diluido a través de la zona  
de tratamiento de SO<sub>2</sub> cuando se excede un límite específico  
de contenido de NO<sub>2</sub> o un valor límite del grado de elevación

20

del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas en el punto de control de  $\text{NO}_2$ .

5 11.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 10, caracterizado porque se aumenta la cantidad de ácido conteniendo nitroso que fluye de la zona de absorción y se introduce, correspondientemente, un ácido nitroso-empobrecido o libre de nitroso procedente de la zona de desnitración en la zona de absorción  
10 siempre que se exceda un segundo valor límite superior del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción o hasta que se exceda un segundo límite superior en el grado de elevación del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas corriente abajo de la zona  
15 de absorción.

12.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque una porción, por lo menos, de dicha substancia intrroducida en la zona  
20 de tratamiento de  $\text{SO}_2$  está constituida por ácido sulfúrico conteniendo nitroso tomado de la zona de absorción.

13.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque el contenido de ácido sulfúrico conteniendo nitroso tomado de la zona de absorción y que ha de introducirse en la zona de tratamiento de  $SO_2$  se aumenta con la adición de ácido nítrico a dicho ácido sulfúrico conteniendo nitroso.

14.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, adicionalmente, una zona de pretratamiento a través de la cual fluye un ciclo independiente de ácido diluido y por la que pasa la corriente de gas antes de entrar en la zona de desnitración, introduciéndose en esta zona de pretratamiento una porción de la cantidad total del compuesto de nitrógeno-oxígeno o de la sustancia que lo contiene.

15.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque la porción de dicha sustancia introducida en la zona de pretratamiento es desviada de un ácido sulfúrico conteniendo nitroso que fluye desde la zona de absorción a la zona de tratamiento de  $SO_2$ .

16.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque una porción, por lo menos, de la cantidad de sustancia que ha de introducirse en la zona de pretratamiento está constituida por óxidos de nitrógeno gaseosos que se producen mediante la oxidación de amoníaco y se introducen en la corriente de gas antes que ésta entre en la zona de pretratamiento.

17.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque el contenido de compuesto de nitrógeno-oxígeno en el ácido sulfúrico conteniendo nitroso tomado de la zona de absorción y que se introduce parcialmente en el sector principal de la zona de tratamiento de  $SO_2$  y parcialmente en la zona de pretratamiento se incrementa con la adición de ácido nítrico al ácido últimamente citado.

18.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la densidad del ácido que abandona la zona de desnitración se mantiene constante con la adición de ácido diluido o agua.

19.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la densidad del ácido diluido que circula a través del sector principal de la zona de tratamiento de  $SO_2$  se mantiene constante con la -  
5 adición de ácido procedente de la zona de pretratamiento o de agua.

20.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado en que la instalación para su realización, cuya planta comprende, dispuestos en  
10 sucesión:

- (a) una zona de desnitración.
- (b) una zona de tratamiento de  $SO_2$ , y
- (c) una zona de absorción de óxido de nitrógeno; comprendiendo cada zona, por lo menos, un aparato de reacción  
15 de gas-líquido que está provisto con un sumidero para recoger líquido que abandona el fondo del aparato respectivo; y además
- (d) un conducto para la corriente de gas que se conecta a un extremo de la zona de desnitración y que conecta, en sucesión el otro extremo de esta zona con la zona  
20 de tratamiento de  $SO_2$  y esta última zona con la zona de absorción de óxido de nitrógeno y, por último, va de un extremo de esta zona de absorción a la atmósfera circundante,
- (e) un conducto para la circulación de ácido diluido a -  
25

través de la zona de elaboración de  $SO_2$ , y

- 5 (f) un conducto para la circulación de ácido desde el primer sumidero, en la dirección de flujo de la corriente de gas, de la zona de absorción de óxido de nitrógeno al extremo de cabeza de la zona de desnitración y desde el sumidero de esta zona a un extremo del aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno, comprendiendo adicionalmente dicha planta
- 10 (g) un conducto de alimentación para el compuesto de nitrógeno-oxígeno en fase líquida o gaseosa, cuyo conducto de alimentación se conecta al conducto para la circulación de ácido diluido a través de la zona de tratamiento de  $SO_2$ ,
- 15 (h) un dispositivo medidor para medir el contenido de NO en la corriente de gas, cuyo dispositivo se conecta a la zona de absorción o al conducto (d) para la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción o simultáneamente a la zona de absorción y al
- 20 conducto corriente abajo de la zona de absorción y (i) un dispositivo de control para adicionar compuesto de nitrógeno-oxígeno a través del conducto de alimentación (g) dependiendo del contenido de NO determina-

do por el dispositivo medidor (h).

21.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado por que la citada instalación para su realización comprende un dispositivo medidor de  $\text{NO}_2$  (255) para medir el contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas, conectándose dicho dispositivo medidor de  $\text{NO}_2$  a la zona de absorción (5,6) o al conducto (72) para la corriente de gas corriente abajo de la zona de absorción, y porque dicho dispositivo de control (i) -  
5  
10  
comprende un dispositivo de control superpuesto que interrumpe o reduce el suministro de compuesto de nitrógeno-oxígeno a través del conducto de alimentación (g) dependiendo del contenido de  $\text{NO}_2$  en la corriente de gas medido por el dispositivo medidor de  $\text{NO}_2$ .

22.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado porque en dicha instalación el conducto de alimentación (g) sirve para adicionar compuesto de nitrógeno-oxígeno en forma de ácido sulfúrico conteniendo nitroso y se conecta al sumidero de un aparato de reacción de la zona de absorción de óxido de nitrógeno.  
15  
20

23.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado porque en dicha instalación el conducto de alimentación (g) comprende medios para intro

ducir ácido nítrico en ésta.

24.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado porque la citada instalación de realización comprende, adicionalmente:

5

(A) una zona de pretratamiento (1) corriente arriba de la zona de desnitración (2) con aparato de reacción y sumidero (71), mientras que el conducto (d) para la corriente de gas pasa, en primer lugar, a esta zona de pretratamiento (1) por su extremo inferior y desde el extremo de cabeza de ésta al extremo inferior de la zona de desnitración (2);

10

(B) un conducto independiente (73) para la circulación de ácido diluido a través de la zona de pretratamiento desde la cabeza de ésta hacia abajo.

15

(C) un conducto nivelador (133) entre el sumidero de la zona de pretratamiento (71) y el sumidero de la zona de desnitración (21); y

(D) un conducto ramificado (78) desde el conducto de alimentación (g) al extremo superior de la zona de pretratamiento (1).

20

25.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado porque asimismo la instalación de realización comprende, adicionalmente,

una unidad de oxidación de amoniaco (108) con una columna (10) para, por lo menos, la absorción parcial de los óxidos de nitrógeno en esta formados mediante ácido sulfúrico, y con un segundo conducto de alimentación 115, 117) que conecta el extremo inferior de la columna (10) con el extremo superior de un primer aparato de reacción (3) de la zona de tratamiento de  $SO_2$  (3,4) en la dirección de flujo de la corriente de gas, siendo apto dicho segundo conducto de alimentación para introducir ácido sulfúrico conteniendo óxidos de nitrógeno en esta última zona.

26.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 25, caracterizado por comprender, adicionalmente, una zona de pretratamiento (1) corriente arriba de la zona de desnitración (2) con aparato de reacción y sumidero (71), en un conducto independiente (73) para la circulación de ácido diluido a través de la zona de pretratamiento (1) desde la cabeza hacia abajo, así como un conducto nivelador (133) entre el sumidero (71) de la zona de pretratamiento y el sumidero de la zona de desnitración (21), en donde el conducto (d) de la corriente de gas pasa en primer lugar a la zona de pretratamiento (1) por su extremo inferior y desde la cabeza de esta última zona al extremo de fondo de la zona de desnitración (2) y un conducto para los gases que contienen óxidos de nitrógeno y que conecta el extremo de cabeza de dicha columna (10) de dicha unidad de oxidación de amoniaco 108) con la parte de dicho con

ducto (d) por la que se introduce la corriente de gas en el extremo de fondo de la zona de pretratamiento.

27.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 25, caracterizado porque dicho conducto de alimentación (g) se conecta al sumidero (51) de un aparato de reacción (5) de la zona de absorción de oxido de nitrógeno (5, 6), comprendiendo adicionalmente un conducto de ramificación (78, 106) que conecta el conducto de alimentación (g) con el extremo de cabeza de la columna (10) de la unidad de oxidación de amoníaco (108).

28.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 27, caracterizada porque dicho conducto de ramificación (78) del conducto de alimentación (g) comprende un conducto de ramificación secundario que se conecta al extremo de cabeza de la zona de pretratamiento (1).

29.- Un procedimiento con su instalación de realización para separar  $SO_2$  de una corriente de gas que lo contiene.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 72 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 20 Julio 1977

p.a.

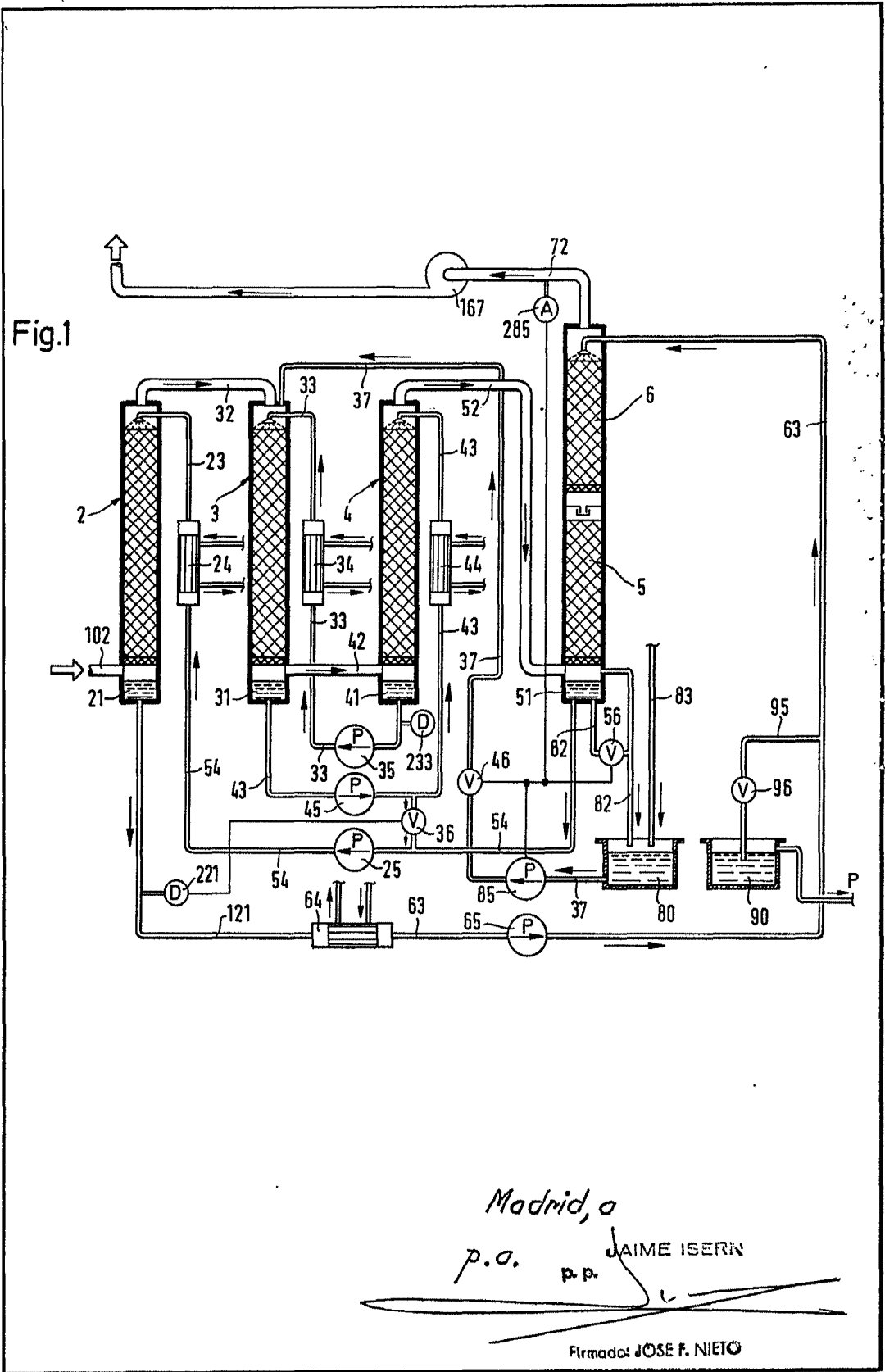
p. p.

JOSÉ ISERN

Firmado: JOSE F. NIETO

mc.

Case 22-11266



Madrid, a

p.a. JAIME ISERN  
p.p.

*[Handwritten signature]*

Firmado: JOSE F. NIETO

Case 72-11266

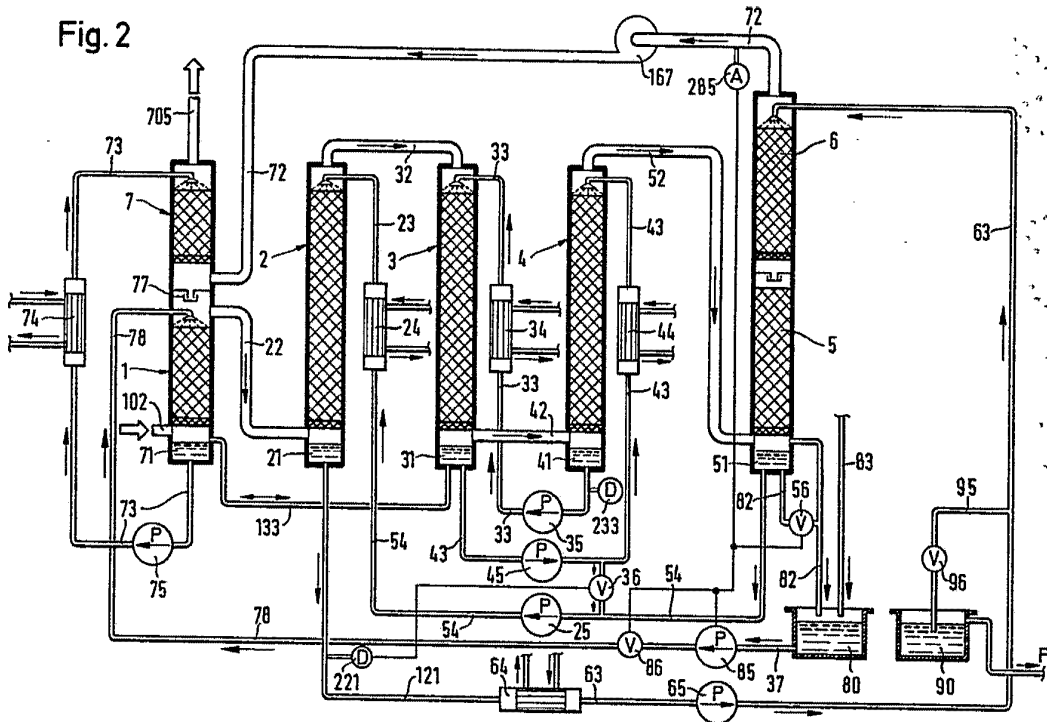
R/s Ciba - Geigy AG.

5 hojas

471907

Hoja 2

Fig. 2



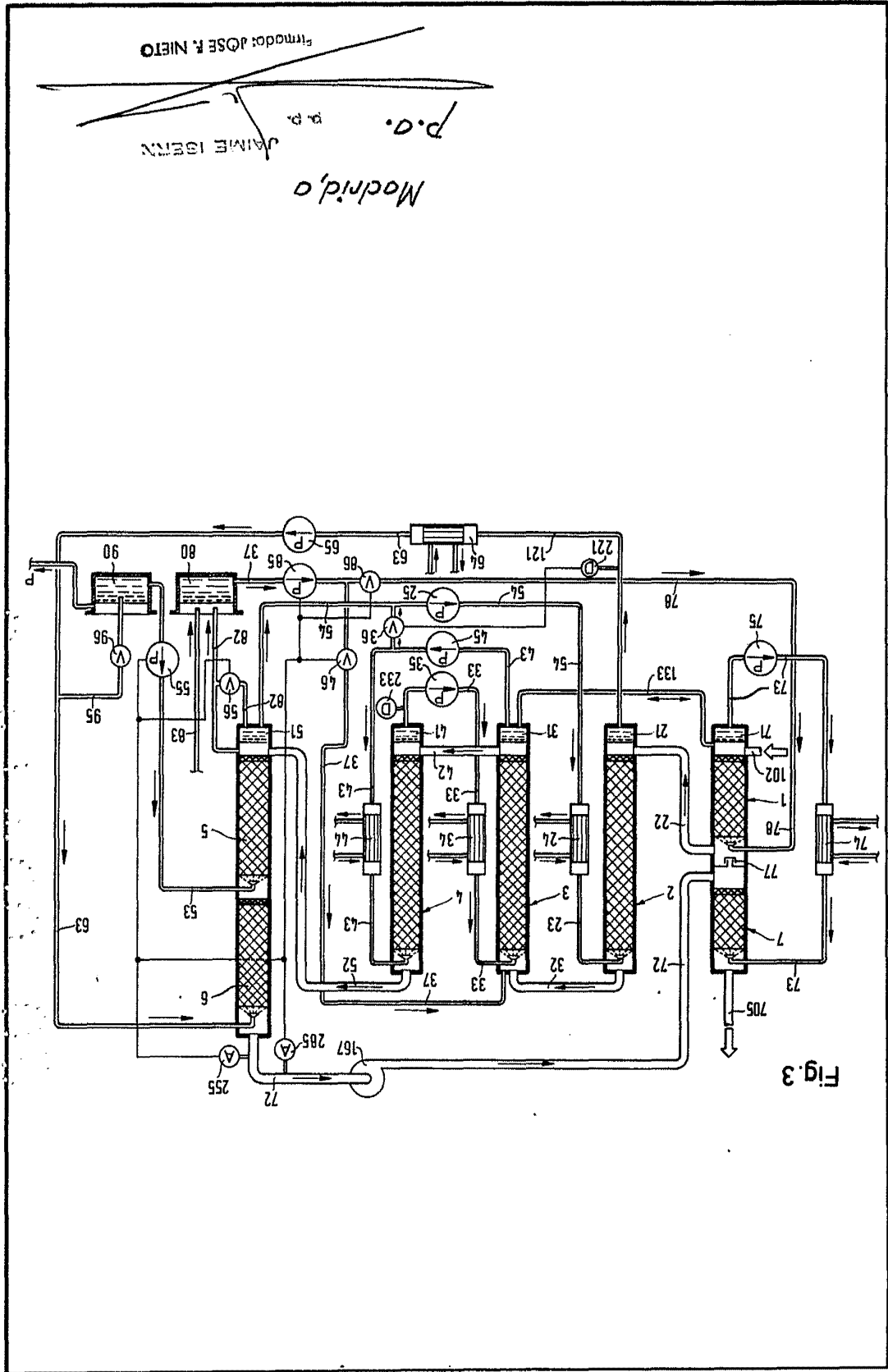
Madrid, a

p.a.

a. p.

JAIME ISERN

Firmado: JOSÉ F. NIETO



Modulo,  
 P.A. JAIME IBERNA  
 P.A. JOSE F. NIETO

Fig. 3

Case 72-11265

471907

R/s Ciba - Geigy A.G.

5 hojas

Hoja 4

Case 72-11266

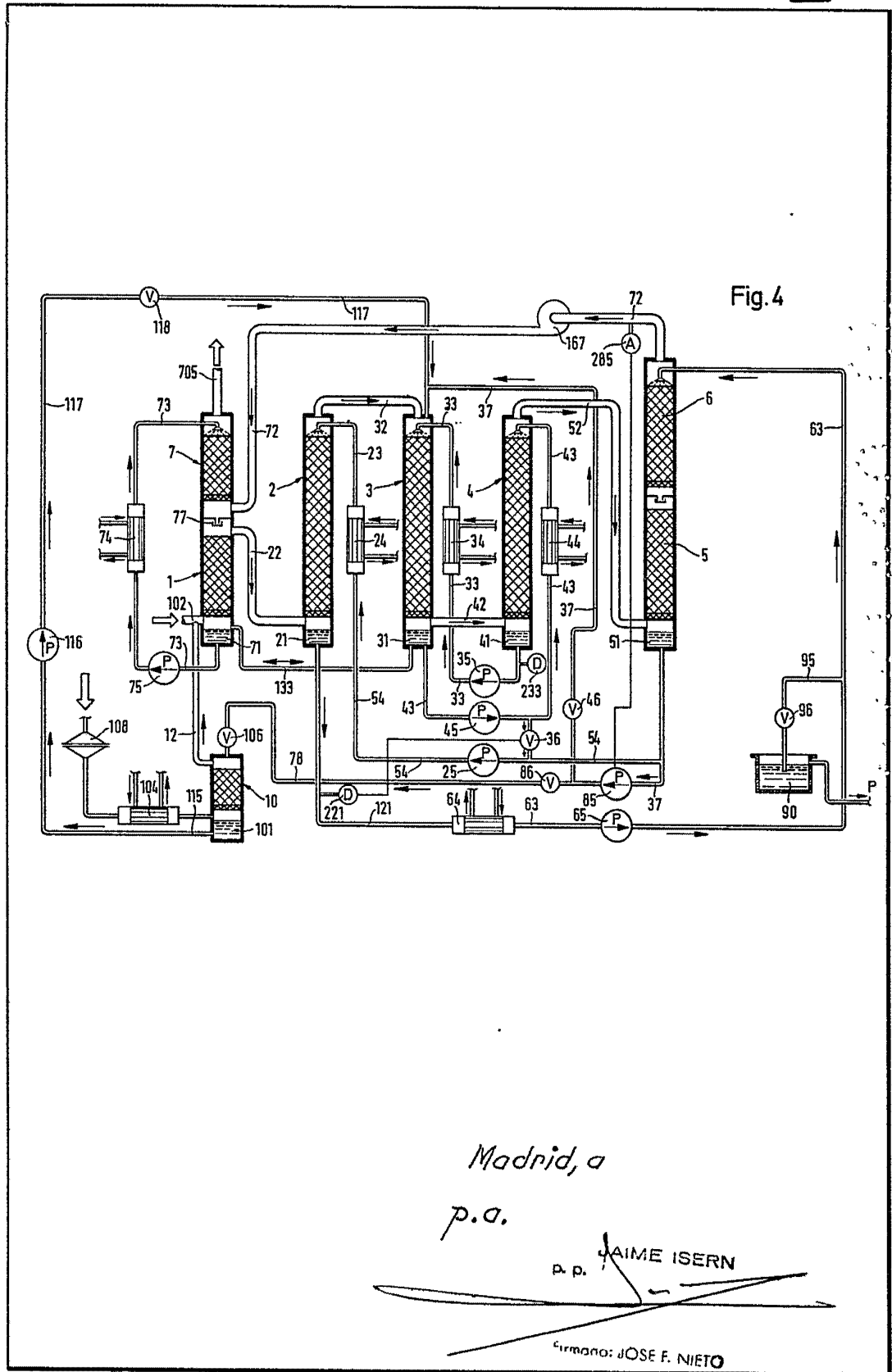


Fig. 4

Madrid, a

p.a.

J AIME ISERN  
p. p.

firmado: JOSE F. NIETO

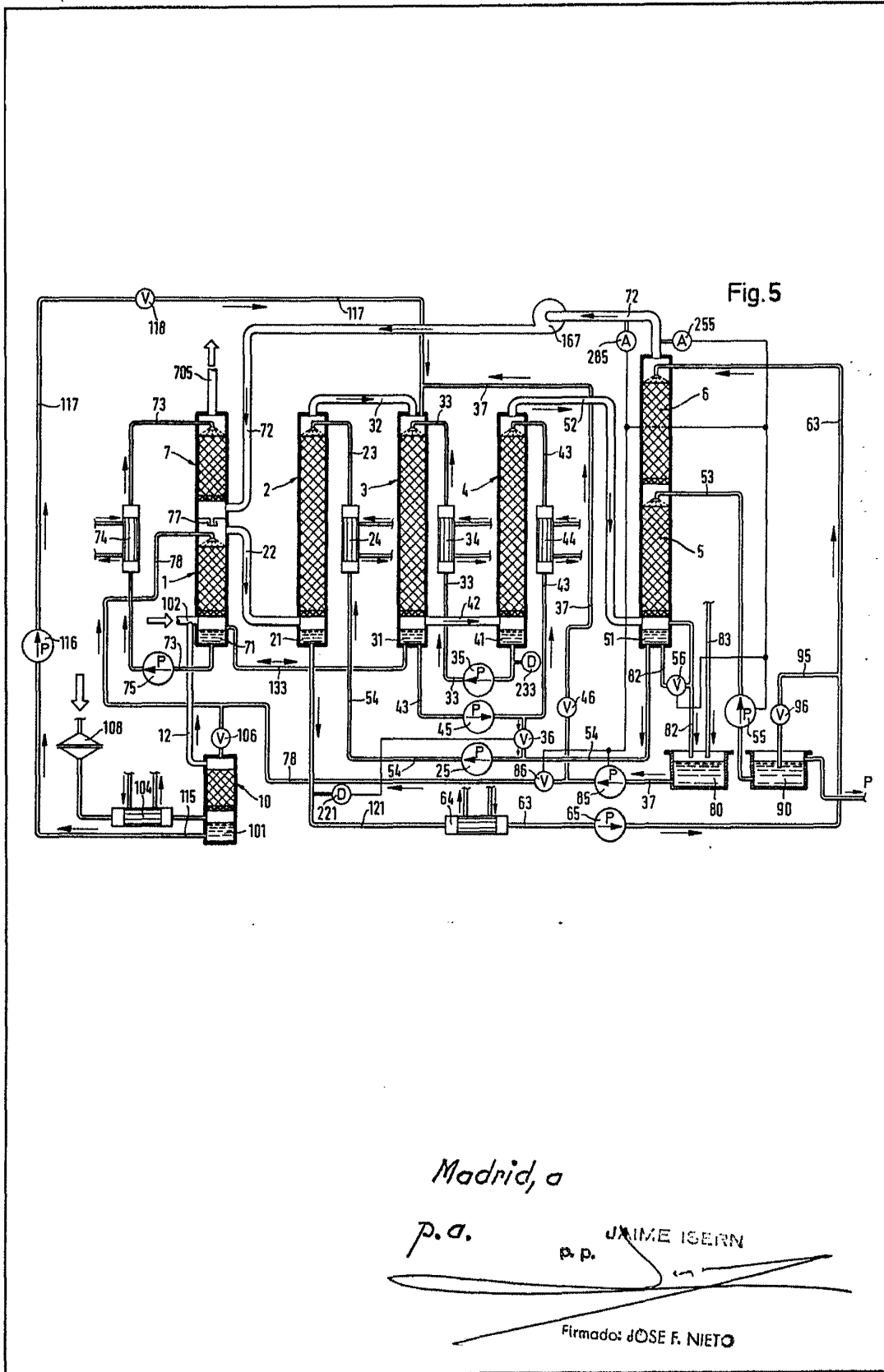
Case 72-11266

R/s Ciba-Geigy AG.

5 hojas

471907

Hoja 5



Madrid, a

p. a.

J. M. ISEBORN  
p. p.

*[Handwritten signature]*  
Firmado: JOSE F. NIETO