

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

10 ES 11 21

469512  
10 AI  
NUMERO  
FECHA DE PRESENTACION

Concedido el Registro de acuerdo 5-5-78  
con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 794.553		32 FECHA 6-5-77	33 PAIS EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL B01D	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
54 TITULO DE LA INVENCION "PROCEDIMIENTO PARA ELIMINAR OXIDOS DE AZUFRE DE UNA CORRIENTE DE GAS DE CHIMENEA"			
71 SOLICITANTE (ES) AMERICAN AIR FILTER COMPANY, INC.		(File: 76-29D)	
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 215 Central Avenue, Louisville, Kentucky 40277, Estados Unidos de América.			
72 INVENTOR (ES) Alexander P. Simko			
73 TITULAR (ES)			
74 REPRESENTANTE DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 67.485)	

1.

FUNDAMENTOS DE LA INVENCION

## (1) Campo de la invención

La invención se refiere a un método para eliminar dióxido de azufre de una corriente de gas de chimenea, y más en particular se refiere a un método para eliminar óxidos de azufre de una corriente de gas de desecho, en un lavador en húmedo, usando cenizas volantes como aditivo con otros materiales reaccionantes con dióxido de azufre.

## (2) Descripción de la técnica anterior

En la combustión de combustibles fósiles, particularmente en calderas de vapor de centrales térmicas para producción de electricidad, las cenizas volantes y óxidos de azufre, así como otros materiales contaminadores del aire, son subproductos de dicha combustión. En los años recientes se ha hecho habitual la utilización de grandes cantidades de carbón, que tiene elevados tantos por ciento de azufre en él, como fuente de material combustible en dichas centrales térmicas para producción de electricidad. En esas instalaciones se han ideado muchos tipos diferentes de sistemas para eliminar los materiales de cenizas volantes, así como los óxidos de azufre. El sistema más común utilizado es uno que comprende un precipitador electrostático y una torre de lavado en húmedo, utilizándose el precipitador electrostático para eliminar las cenizas volantes, y utilizando un lavador en húmedo para eliminar los óxidos de azufre. Generalmente los precipitadores electrostáticos se disponen aguas arriba de la torre de lavado en húmedo, y primero se eliminan las cenizas volantes, así como los otros materiales en partículas de la corriente gaseosa, permaneciendo solo en la corriente de gas los óxidos de azufre y otros

270478

1 materiales que no están en partículas. En la eliminación de  
los óxidos de azufre de la corriente de gas de chimenea, la  
corriente de gas de chimenea se pasa a través de un lavador  
en húmedo, en el que la solución de lavado comprende gene-  
5 ralmente aditivos que se combinan químicamente con los óxi-  
dos de azufre, formando precipitados que luego se pueden  
eliminar fácilmente de la corriente gaseosa, en forma de  
suspensión. El aditivo que se usa generalmente es un mate-  
rial que contiene calcio, tal como el que se obtiene de cal  
10 o caliza.

A medida que se usa más carbón en la generación de  
energía eléctrica, se ha convertido en práctica común el  
uso de carbón que comprende una cantidad significativa de  
álcali. En este carbón con mucho álcali, el carbón contiene  
15 de aproximadamente 0,3 a 1,5 por ciento en peso de azufre y  
entre aproximadamente 3 y 25 por ciento en peso de cenizas  
volantes, teniendo el contenido de cenizas volantes un con-  
tenido total de calcio, sodio y magnesio comprendido entre  
aproximadamente 8 a 50 por ciento en peso de las cenizas vo-  
20 lantes. Sin embargo, aunque las cenizas volantes tengan mu-  
cho álcali, hasta la presente invención no han tenido éxito  
los medios para utilizar el álcali de las cenizas volantes,  
en un sistema de procedimiento controlado automáticamente.

#### RESUMEN DE LA INVENCION

25 Según la presente invención se proporciona un mé-  
todo para eliminar óxidos de azufre en un lavador en húme-  
do, utilizando cenizas volantes. Más en particular, la pre-  
sente invención proporciona un método y sistema para elimi-  
nar dióxido de azufre de una corriente de gas de chimenea,  
30 en un lavador en húmedo, utilizando cenizas volantes como

1 uno de los materiales reaccionantes con dióxido de azufre.

En la presente invención, una corriente de gas de chimenea que contiene dióxido de azufre y cenizas volantes se somete a tratamiento en un precipitador electrostático o mecánico, donde se eliminan de la misma las cenizas volantes y otros materiales en partículas. El gas de chimenea relativamente libre de partículas, que contiene óxidos de azufre, pasa luego por un lavador en húmedo en el que los óxidos de azufre se someten a una solución de tratamiento de dióxido de azufre, incluyendo cenizas volantes como una fuente de álcali para reaccionar con el dióxido de azufre. Las cenizas volantes que se utilizan son el producto eliminado de la corriente de gas de chimenea en el precipitador electrostático o mecánico, y se añaden a la solución de tratamiento de dióxido de azufre en forma de suspensión. La adición y cantidad de cenizas volantes utilizadas en el procedimiento se determina generalmente controlando el pH de la solución de lavado para optimizar automáticamente la operación y la economía del procedimiento de eliminación de dióxido de azufre.

Usualmente se utiliza una pluralidad de lavadores en húmedo, para acomodar una amplia gama de caudales así como la eliminación de una amplia gama de azufre de la corriente de gas de chimenea. Así, se pueden poner en funcionamiento varias unidades para caudales altos con altos contenidos de azufre, pero cuando los óxidos de azufre en el gas de chimenea son relativamente pocos, y el caudal también es bajo, se pueden utilizar solo una o dos unidades.

Otras características diversas de la presente invención se harán obvias para los expertos en la técnica,

1 por lectura de la exposición que sigue.

Más en particular, la presente invención proporciona un procedimiento para eliminar óxidos de azufre de una corriente de gas de chimenea, que comprende las etapas de:

5 introducir un gas de chimenea, que contiene óxidos de azufre, en un dispositivo de lavado en húmedo; vigilar la cantidad de óxidos de azufre al dispositivo de lavado; introducir simultáneamente con la corriente de gas de chimenea una cantidad controlada de solución de lavado reaccionante

10 con los óxidos de azufre, y una cantidad controlada de solución de cenizas volantes al lavador; y retirar una cantidad controlada de la solución resultante del dispositivo de lavado en húmedo.

#### BREVE DESCRIPCION DEL DIBUJO

15 Haciendo referencia al dibujo:

La Figura 1 es una ilustración diagramática de un procedimiento para eliminar dióxido de azufre en un lavador en húmedo según la presente invención;

20 La Figura 2 muestra una relación típica entre la eficacia en dióxido de azufre de un lavador en húmedo, y el pH de la suspensión de recirculación procedente del lavador en húmedo;

25 La Figura 3 muestra una relación típica entre la estequiometría del álcali total, en unas típicas cenizas volantes ricas que contienen álcali, y el dióxido de azufre total en la corriente del gas de chimenea, y el pH de la suspensión de recirculación; y,

30 La Figura 4 muestra que la cantidad de álcali de las cenizas volantes que se usará también será función del pH, y se puede estimar por la función de "utilización de

1 cenizas volantes frente a pH".

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

5 La Figura 1 muestra un sistema de lavado en húmedo de la presente invención, en el que se eliminan óxidos de azufre de un gas de chimenea que los contiene. Un conducto 2 recibe gas de chimenea caliente procedente de una caldera, habiendo pasado previamente el gas de chimenea por un precipitador electrostático o mecánico en el que se eliminan las cenizas volantes, que tienen alto contenido de álcali. La caldera y el colector de cenizas volantes no se muestran, dado que pueden ser de cualquier tipo conocido en la técnica. El conducto 2 está en comunicación de flujo con un lavador 4 en húmedo, por el conducto 6 de entrada al lavador.

15 La cantidad de gas de chimenea, así como el contenido de azufre en él, variarán en general considerablemente, de manera que se utiliza una pluralidad de lavadores en húmedo que trabajan en paralelo, como se indica por solo un conducto 8 de entrada al lavador en húmedo. En los conductos 6 y 8 se disponen registros 10 y 12, respectivamente, para controlar el flujo de gases de chimenea a los lavadores en húmedo, siendo discutida más adelante la posición de los registros 10 y 12.

25 El lavador 4 en húmedo está típicamente provisto de una sección 14 de lavado en él, para buen contacto entre los gases de chimenea y la solución de lavado. Además se dispone generalmente un eliminador 16 de nieblas, para evitar el arrastre de solución de lavado al conducto 18 de salida de gas de chimenea limpiado.

30 La solución de lavado entra en el lavador 4 por la

1 tubería 20, teniendo la tubería 20 una pluralidad de boqui-  
llas 22 en ella, dispuestas a separaciones preseleccionadas  
a lo largo de ella, para dar una pulverización uniforme de  
solución de pulverización a la corriente de gas. La tubería  
5 20 está espaciada por encima de la sección 14 de lavado, de  
manera que la solución de pulverización cae pulverizada a la  
sección 14, proporcionando transferencia de masas vapor-lí-  
quido entre los óxidos de azufre del gas y el álcali de la  
solución de pulverización. La aportación y el control de la  
10 solución de lavado al lavador 4 en húmedo se discutirán más  
adelante.

Así, la solución de lavado que pasa por la sección  
14 reacciona con los óxidos de azufre de la corriente de  
gas de chimenea, y cae al fondo 24 del lavador 4. Una sus-  
15 pensión de cenizas volantes se introduce al fondo 24 del  
lavador 4 por la tubería 26, siendo controlada la adición  
de suspensión de cenizas volantes por la válvula 28 de con-  
trol. La suspensión de cenizas volantes se prepara en el  
depósito 30 de aportación de cenizas volantes, en el que las  
20 cenizas volantes procedentes de los precipitadores electros-  
táticos antes indicados se introducen por una tolva 32 al  
depósito 30, y se mezclan con agua de la tubería 34, siendo  
bombeada la suspensión resultante a la tubería 26 por la  
bomba 36.

25 La suspensión de cenizas volantes de la tubería 26  
se mezcla en el fondo 24 del lavador 4 en húmedo con la  
suspensión formada por la limpieza de los gases que atravie-  
san el lavador 4. Esta suspensión resultante se introduce  
luego por gravedad, por la tubería 38, en un depósito 40  
30 de recirculación en el que se mezcla con una solución de

1. calcio, que se prepara en un depósito 42 de aportación de solución de calcio, teniendo el depósito 42 una tubería 43 de agua en él, para uso en la solubilización del óxido o carbonato cálcico.

5 El depósito 40 de recirculación está provisto de una sonda 44 de pH en él, que se calibra para que controle la adición de solución suplementaria de calcio al depósito 40 de recirculación, por la tubería 46. La tubería 46 incluye en ella una válvula 48 de control, que se controla por una lectura de control de pH que se hace actuar como  
10 respuesta al pH del depósito 40 de recirculación. Por ejemplo, el pH del depósito 40 de recirculación se mantendrá a un pH de aproximadamente 4 a 8, que depende de la cantidad de óxidos de azufre a eliminar del gas de desecho que pasa por el lavador 4, y la cantidad de álcali desprendido de las cenizas volantes del fondo 24 del lavador.  
15

La solución de lavado de dióxido de azufre, procedente del depósito 40 de recirculación, se bombea al lavador 4 por la tubería 20 antes discutida, controlando el caudal de la solución de lavado mediante la válvula 52 de control, que se calibra por condiciones que se discutirán más adelante.  
20

Se dispone una tubería 54 de descarga, con una válvula 56, en el lado de descarga de la bomba 58 de solución de lavado, para descargar una cantidad predeterminada de solución del depósito 40 de recirculación, cuando el tanto por ciento de sólidos en el depósito 40 está comprendido entre aproximadamente 5 y 15%, siendo este el medio de eliminar los sólidos del sistema. La tubería 54 de descarga puede estar conectada a un sistema de filtración de líqui-  
25  
30

1 dos, u otros medios conocidos, para separar los sólidos,  
que tienen mucho azufre.

En la presente invención se usan medios de control  
automático de procedimiento, para la optimización de la  
5 utilización del álcali de las cenizas volantes, reduciendo  
así el uso adicional del álcali de una fuente secundaria  
de cal o caliza. Este control automático se consigue por  
un ordenador 60 simulador de procedimiento, ordenador ana-  
lógico que controla la toma de caudal de cenizas volantes  
10 del depósito 30, el punto de consigna de pH en el depósito  
40, y el número de unidades de lavado a utilizar por el con-  
ducto 2 de entrada. El simulador 60 está programado para  
revisar los requisitos del procedimiento, según se deter-  
minan por la discusión de las Figuras 2-4 más adelante, y  
15 determina los criterios óptimos para el funcionamiento del  
sistema lavador, en las etapas siguientes:

(a) se determina un máximo  $\text{SO}_2$  preseleccionado,  
permisible en la chimenea de efluente, estando éste gene-  
ralmente de acuerdo con disposiciones gubernamentales u  
20 otros requisitos de legislación, siendo calculado el  $\text{SO}_2$   
permisible a la chimenea para una carga de caldera y con-  
diciones del carbón específicas. Por ejemplo, el  $\text{SO}_2$  en  
kg/hr se puede calcular para permitir un máximo de 2,2 kg  
 $\text{SO}_2/10^6$  kcal de calor introducido por un caudal de vapor  
25 de agua y contenido térmico del carbón;

(b) la eficacia global real requerida de elimina-  
ción de  $\text{SO}_2$  se calcula de manera que cumpla dicha condición  
establecida en (a) para las condiciones medidas de caudal  
de  $\text{SO}_2$  en el conducto 2 de entrada. El caudal de  $\text{SO}_2$  y de  
30 gas se pueden medir directamente por dispositivos existen-

1 tes, tales como analizadores ultravioletas o infrarrojos de  
SO<sub>2</sub>, que son bien conocidos en la técnica, y el caudal por  
analizadores continuos de tubo de Pitot de punto medio;

5 (c) se determina el número mínimo de unidades 4  
de lavado de tamaño total, que han de funcionar en parale-  
lo desde el conducto 2 de entrada a lavador, por el caudal  
total de gas de chimenea y la eficacia global requerida de  
SO<sub>2</sub>, antes determinados en la anterior etapa (b) para las  
condiciones específicas de funcionamiento de la caldera. El  
10 simulador 60 envía luego una señal para poner en posición  
los registros 10 y 12, para controlar el flujo de gas de  
chimenea al número de unidades de lavador antes establecido,  
observándose que para una disposición de más de dos lavado-  
res también se ponen en posición otros registros en parale-  
15 lo con los registros 10 y 12, como respuesta a señales del  
simulador 60;

(d) el simulador 60 calcula la eficacia requerida  
de SO<sub>2</sub> para los lavadores, para cumplir con la eficacia  
global de SO<sub>2</sub> antes establecida en (c). A partir de esta  
20 eficacia de SO<sub>2</sub> requerida el simulador 60 establece luego  
los puntos de consigna de pH para el controlador 50 de pH,  
requeridos en la suspensión 40 de recirculación para conse-  
guir dicha eficacia de SO<sub>2</sub>. Dentro de valores de pH compren-  
didos entre 4 a 8, la eficacia de SO<sub>2</sub> aumenta a medida que  
25 se aumenta el pH, para un caudal dado al colector 20 del  
lavador a través de la válvula 52. Esta función de la efica-  
cia de SO<sub>2</sub> frente al pH de la suspensión 15 de recircula-  
ción establece, para cada tamaño de caldera y tipo de car-  
bón, una función típica que se muestra en la Figura 2 con  
30 fines ilustrativos. El controlador 50 de pH modula luego la

1 válvula 48, para añadir aportación de álcali desde el depó-  
-rito 42 para mantener el punto de consigna de pH estableci-  
do en el depósito 40; y

5 (e) el simulador 60 establece luego la cantidad de  
adición de álcali de cenizas volantes al depósito 24, en fun-  
ción del punto de consigna de pH previamente establecido pa-  
ra el controlador 50 de pH antes en (d). Esta función entre  
adición de álcali de cenizas volantes y pH de la suspensión  
de recirculación también se establece para cada tamaño de  
10 caldera y tipo de carbón, mostrándose en la Figura 3, con  
fines ilustrativos, una función típica de ello. La Figura  
3 muestra la relación entre la estequiometría del álcali  
total en las cenizas volantes y el  $\text{SO}_2$  total en la corrien-  
te de gas de chimenea y el pH de la suspensión de recircula-  
15 ción. Dado que solo 10 a 60% del álcali total de las ceni-  
zas volantes está realmente disponible para neutralización  
de  $\text{SO}_2$  en fase líquida, se puede añadir más del 100% de las  
cantidades estequiométricas del álcali de cenizas volantes  
sin que el exceso de álcali tenga como resultado condiciones  
20 de formación de incrustaciones en el lavador. La cantidad de  
álcali de las cenizas volantes que se usará también será  
función del pH, y se puede estimar por la función de "uti-  
lización de cenizas volantes frente al pH", una de cuyas  
funciones típicas se da en la Figura 4.

25 Así, la presente invención ofrece un sistema de la-  
vador que es capaz de muy altas eficacias de  $\text{SO}_2$ , mediante  
adición de un suplemento de cal o caliza al depósito 40, pero  
no "desperdicia" álcali para condiciones de funcionamiento  
de caldera que no requieran altas eficacias de eliminación  
30 de  $\text{SO}_2$ .

1 / A medida que disminuye la eficacia requerida para  
las unidades de lavador se obtiene un tanto por ciento ma-  
yor del álcali requerido de las cenizas volantes. Para mu-  
chos carbones ligníticos y cargas de funcionamiento de cal-  
5 deras se puede requerir poco o nada de cal suplementaria.  
Por tanto, el sistema de lavador puede funcionar con la ali-  
mentación de aditivos más económica, para carbones de lig-  
nito tanto de alto como bajo azufre. El control óptimo se  
consigue automáticamente por un punto de consigna variable  
10 en un controlador 50 de pH, que es mantenido por un ordena-  
dor 60 simulador del procedimiento.

Se observará que se pueden hacer diversos cambios  
en la realización específica mostrada y descrita, sin salir  
de los principios de la presente invención.

15

20

25

30

270478

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Procedimiento para eliminar óxidos de azufre de una corriente de gas de chimenea, que comprende las etapas de (a) introducir gas de chimenea, que contiene  $SO_2$ , en un dispositivo de lavado en húmedo; (b) vigilar la cantidad de  $SO_2$  a dicho dispositivo de lavado; (c) introducir simultáneamente con dicha corriente de gas de chimenea una cantidad controlada de solución de lavado reaccionante con el  $SO_2$ , y una cantidad controlada de solución de cenizas volantes, en dicho lavador, para formar una solución resultante; y (d) retirar una cantidad controlada de dicha solución resultante, de dicho dispositivo de lavado en húmedo.

15

20

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, donde dicha solución resultante se retira a un depósito de recirculación y se mezcla con una solución alcalina, para mantener un pH preseleccionado en dicho depósito de recirculación, siendo la mezcla resultante dicha solución de lavado reaccionante con  $SO_2$ .

25

3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, donde dicho pH se mantiene en un valor de 4 a 8.

30

4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, donde dicha vigilancia de la cantidad de  $SO_2$  a dicho disposi-

1 - tivo de lavado establece una señal a un ordenador analógi-  
co, estando provisto dicho ordenador de condiciones de fun-  
cionamiento preseleccionadas para dicho procedimiento, se-  
ñalando dicho ordenador unos primeros medios de control de  
5 flujo para dicha solución de lavado reaccionante con  $\text{SO}_2$  y  
unos segundos medios de control de flujo para dicha solu-  
ción de cenizas volantes, con lo que la cantidad de solu-  
ción de lavado reaccionante con  $\text{SO}_2$  y la cantidad de solu-  
ción de cenizas volantes añadida a dicho lavador en húmedo  
10 están determinadas por dichas señales procedentes de dicho  
ordenador.

5<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 4<sup>a</sup>,  
que comprende las etapas de añadir dicha solución resultan-  
te a un depósito de recirculación; leer el pH de dicha so-  
lución en dicho depósito de recirculación, y añadir una can-  
15 tidad controlada de una solución alcalina a dicho depósito  
de recirculación, estando determinada dicha cantidad con-  
trolada por dicha lectura de pH.

6<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 5<sup>a</sup>,  
20 que comprende la etapa de establecer una señal de dicha  
lectura de pH a dicho ordenador, señalando dicho ordenador  
dichos medios primeros y segundos de control de flujo, en  
base a dicha lectura de pH, y comparando dicha lectura de  
pH con dichas condiciones de funcionamiento preselecciona-  
25 das.

7<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 6<sup>a</sup>,  
donde dicho dispositivo de lavado en húmedo comprende una  
pluralidad de unidades de lavado en paralelo, pudiendo fun-  
30 cionar cada unidad como respuesta a la cantidad de óxidos  
de azufre a eliminar de dicho gas de chimenea.

1

8ª.- Procedimiento para eliminar óxidos de azu  
fre de una corriente de gas de chimenea.

5

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

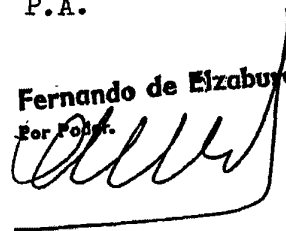
Esta Memoria consta de catorce hojas escritas  
a máquina por una sola cara.

Madrid, 24.ENE.1979

P.A.

10

**Fernando de Elizaburu**  
Por Poder.



15

20

25

30

AMERICAN AIR FILTER.... I/II

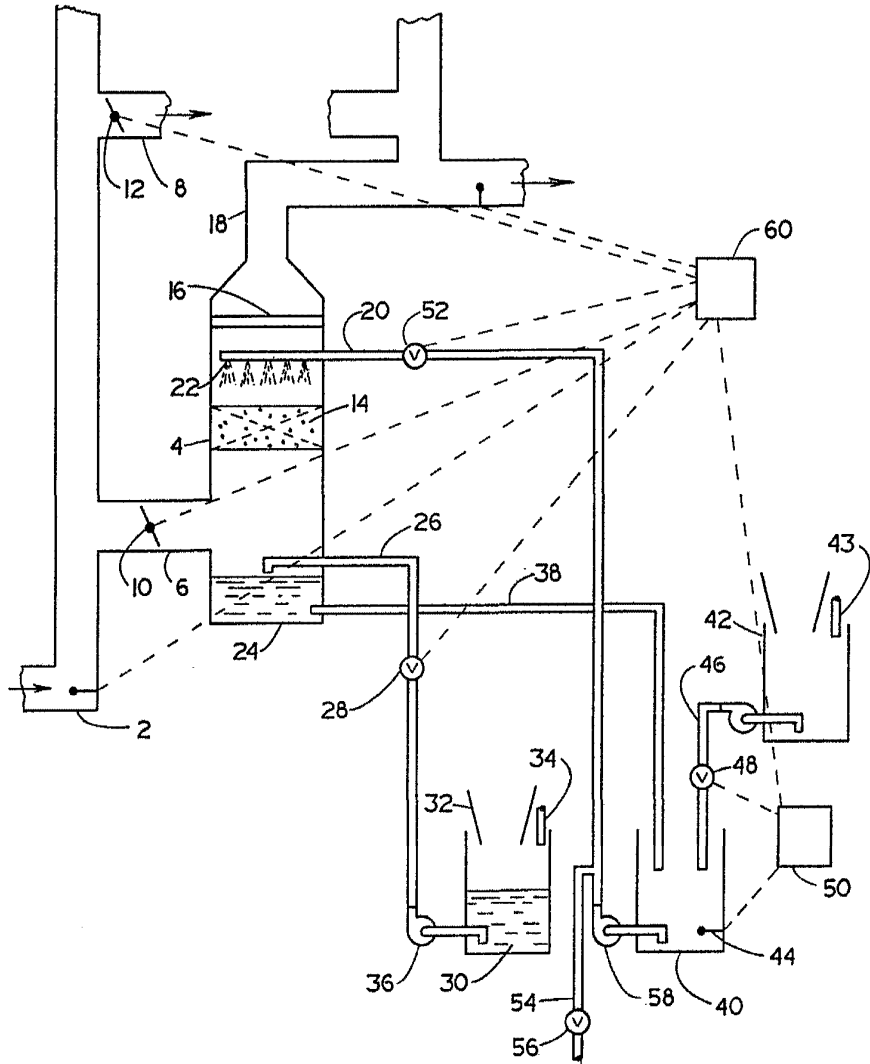


FIG. I

**Fernando de Elizaburu**  
**Fernando de Elizaburu**  
 For Patent

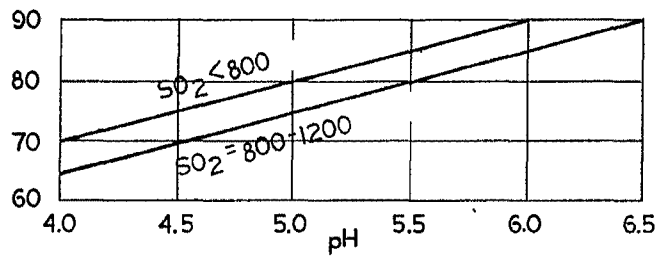


FIG. 2

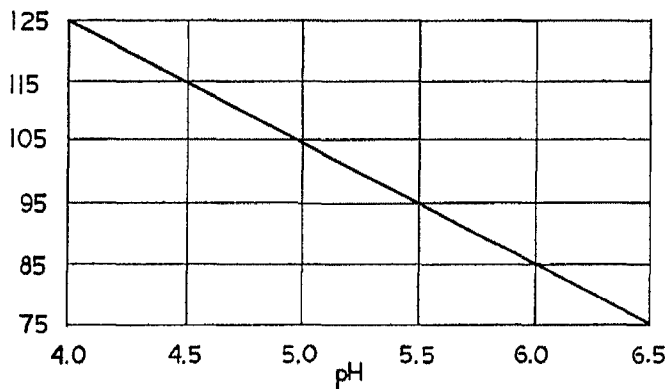


FIG. 3

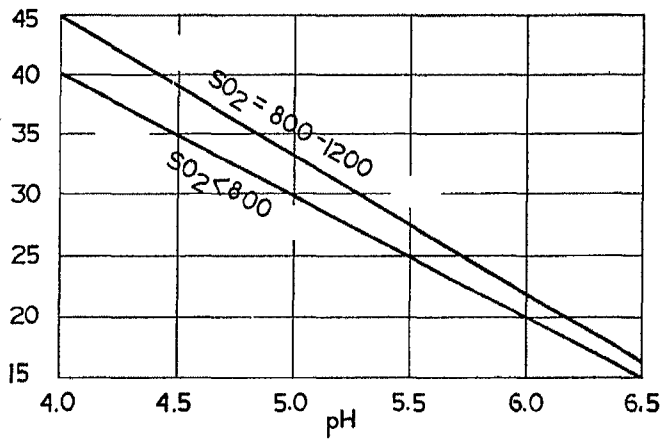


FIG. 4

Franklin G. Starnes  
President