

407 439

407439



memoria descriptiva

Int. Cl.: B03C

CLASE DE
REGISTRO

Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y
NACIONA-
LIDAD DEL
SOLICITANTE

APOLLO CHEMICAL CORP.

- sociedad de EE.UU. -

RESIDENCIA
Y DOMICILIO

Clifton, New Jersey, U.S.A.
250 Delawanna Ave.

OBJETO

" Procedimiento para mejorar el rendimiento del preci-
pitador electrostático usado en centrales de energía".

INVENTOR

Ira Kukin, - nacionalidad EE.UU. -

407 439



- 1 -

1 El presente invento se refiere a un procedimiento pa
ra mejorar el rendimiento de la precipitación electrostática,
usada en modernas estaciones de energía, que queman combusti--
bles de bajo contenido de azufre.

5 La combustión de combustibles fósiles en calderas de
estaciones de energía, bien sea en la forma de combustible só-
lido o de aceite combustible, de origen a productos que polu--
cionan, tanto de naturaleza en particular, como gaseosa. Se ha
prestado la máxima atención a la emisión en partículas, ya que
10 ésta es más obvia, puesto que la descarga desde la chimenea es
fácilmente visible a simple vista, mientras que los contaminan-
tes gaseosos, que ofenden, son incoloros y su efecto no resul-
ta inmediatamente aparente.

15 De los constituyentes gaseosos el dióxido sulfuroso
es realmente el único serio. Existe pequeña alternativa para -
rebajar la elevada concentración en tierra del dióxido sulfuro-
so (varios miles de partes por millon de emisión gaseosa) de -
otro modo que reduciendo el contenido de azufre del combusti--
ble quemado. Esto ha dado por resultado una legislación, que -
20 se ha impuesto o está en período de imposición, exigiendo que
reduzca considerablemente el contenido de azufre del combusti-
ble quemado. El quemar combustibles sólidos con bajo contenido
de azufre para cumplir con esta legislación sobre emisión de -
25 azufre, sin embargo, se ha encontrado que tiene un muy serio
efecto sobre la eficacia de cualquier instalación precipitador-
ra electrostática, que se usa para eliminar la materia en par-
tículas, con el resultado de que mientras se reduce la polu- -
ción gaseosa, puede incrementarse la emisión de ceniza volante

30

407 439



- 2 -

1 a proporciones muy serias.

El presente invento se relaciona con los problemas, asociados con precipitadores electrostáticos, que trabajan sobre carbones de bajo contenido de azufre del tipo bituminoso y el método para asegurar que la emisión en partículas se reduzca al nivel requerido. Los carbones, a los que se refiere este invento, son del tipo bituminoso duro, cuyo contenido de azufre puede variar aproximadamente 4% hacia abajo hasta virtualmente 0 (en el orden de 0,2%), con contenidos de ceniza variando en un amplio alcance de aproximadamente 5% a 40%. El azufre se encuentra en dos formas ampliamente definidas como "combustible" que al quemarse se convierte en óxidos de azufre e "incombustible" que está normalmente presente como sulfatos minerales en la ceniza. Solamente es el primero el que representa algún papel al determinar el rendimiento del precipitador. Como se que ma carbón en forma pulverizada, es decir como polvo fino transportado en el aire de combustión, se transporta hacia adelante una muy elevada proporción de ceniza volante con los gases de chimenea como una fina polvareda casi enteramente por debajo de un diámetro de 100 micras. La resistividad de la ceniza volante se reconoce generalmente como el factor más significativo que gobierna la precipitación de la ceniza volante. El polvo de cualquier resistividad puede ser cargado y movido hacia los electrodos receptores por la descarga de corona, pero la eficacia del precipitador depende de que el polvo se mueva fácilmente apartándose del sistema de electrodo y nuevo arrastre y también sobre cualquier capa de polvo depositada, que no afecte a la combinación del proceso de deposición.

30

407 439



- 3 -

1 Si el polvo es de una resistividad inferior, el efecto de la capa se hace despreciable y la precipitación proseguirá eficazmente, no obstante a la existencia de un apreciable grosor de polvo. Cuando el polvo tiene una alta resistividad, parece conducirse de dos maneras distintas, bien sea como una resistencia en serie, que tiene el efecto de limitar la corriente de corona, o exhibe los síntomas conocidos como "ionización inversa" donde tiene lugar emisión de corona desde ambos electrodos receptores y de descarga. El efecto de la ionización inversa es dar una corriente anormalmente alta con un voltaje bajo de campo. Ambos fenómenos afectan a la precipitación en una considerable extensión y, aunque las características eléctricas son completamente diferentes, ambas condiciones responden a las mismas técnicas condicionadoras. Una de las soluciones al problema del pobre rendimiento del precipitador, debido a la alta resistividad y al así llamado "polvo difícil" es alterar la resistividad, añadiendo un adecuado agente acondicionador para dar al polvo el grado de película de superficie, necesario para conseguir buenos resultados de precipitador.

20 El acondicionamiento puede adoptar la forma de inyectar uno de un número de diferentes aditivos a los gases de escape. Se ha encontrado que el trióxido sulfuroso es con mucho el agente acondicionador más económico y eficaz. En general el régimen de inyección de trióxido sulfuroso ha sido limitado a 20 partes por millón, aunque esto se ha llevado hasta 40 partes por millón con signos de creciente eficacia todavía aparente. Se ha encontrado que el cambio en la resistividad del polvo con 15 partes por millón de trióxido de azufre, mientras que sólo del orden de 10 veces es suficiente para causar un incre-

30

407439

- 90



1 mento en la velocidad efectiva de migración de 70%. Un impor-
tante aspecto del acondicionamiento es que la inyección del -
agente acondicionador de ningún modo tiene que incrementar la
polución gaseosa o crear problemas de corrosión dentro de la
5 instalación misma. Para impedir cualquier posibilidad de cau-
sar problemas dentro de la caldera misma, es aconsejable inyec-
tar el trióxido de azufre después del calentador de aire y -
tan lejos por delante del precipitador como sea posible, para
permitir que se complete la adsorción antes de que tenga lu--
10 gar la precipitación.

El ácido sulfúrico tiene un elevado punto de ebulli-
ción de 330° C. a cuya temperatura se descompone para dar trió-
xido de azufre y agua. Se recondensaría rápidamente a la tempe-
ratura del gas de escape con un elevado riesgo de corrosión -
15 para la obra de conducciones y para el precipitador que le si-
gue. Si se inyecta en los escapes, después del calentador de
aire, los experimentos indican que, incluso regímenes de inye-
cción tan altos como 75 partes por millón, no dieron una emi-
sión satisfactoria de chimenea. El ácido sulfúrico podría in-
20 yectarse directamente dentro de la cámara de combustión cuan-
do pudiera esperarse que se conduzca de una manera similar a
la inyección de trióxido de azufre a la salida del calentador
de aire, pero entonces produciría las objeciones por razón de
posibles peligros de atascamiento y corrosión de las superfi-
25 cies de la caldera. El problema esencial en el uso de SO₃ es
sus características de manipulación, que merecen objeción; -
como se ha mencionado, es corrosivo, produce humo y se consi-
dera con desfavor por los operadores, que tienen que manipu--
30 larle.

407 439



- 5 -

1 Se ha encontrado que puede usarse, como agente acondi-
cionador, un material conteniendo trióxido de azufre, que -
no tiene ninguno de los inconvenientes del ácido sulfúrico. -
El material acondicionador, que se ha encontrado para resol--
5 ver el problema, es ácido sulfámico ($H_2N SO_3H$). El ácido sul-
fámico es:

1.- Un polvo seco, teniendo así claras ventajas so-
bre gas o líquido de SO_3 , eliminando por ello problemas de ma-
nipulación.

10 2.- No es corrosivo en su forma vendible; no es co-
rrosivo cuando se añade a las regiones donde la adición de áci-
do sulfúrico sería corrosiva.

15 3.- Se descompone a temperaturas inferiores que en
el uso del ácido sulfúrico, lo que significa que puede añadir-
se, no a la cámara de combustión en sí, sino en secciones más
frías del sistema.

20 4.- En una base de rendimiento, 100 libras de ácido
sulfámico dan 82,5 libras de SO_3 , mientras que 100 libras de
ácido sulfúrico dan 80 libras de SO_3 .

25 Es preferible que el acondicionador, usado en esta
aplicación, libere un gas, puesto que se ha encontrado que un
gas (un vapor) tiene óptima capacidad de adsorber suficiente
materia sólida en partículas para atraerla al precipitador -
eléctrico. Por lo tanto es deseable que el ácido sulfámico o
cualquier combinación del mismo empleada, se descomponga a un
grado máximo con el fin de conseguir su máxima eficacia. Esto
significa que las zonas preferentes para introducirle deberán
estar entre 500° F o mejor esta temperatura debería llegar de
30 1.100 a 1.200° F.

407439



- 6 -

1 La concentración del ácido sulfámico usado como agente acondicionador en el presente invento es de alrededor de 12 a 18 partes por millón. Puede considerarse un alcance de 10 a 20 partes por millón como el régimen más importante, aunque en 5 comparación con lo que se ha mencionado arriba en relación al uso de ácido sulfúrico, este alcance podría ampliarse probablemente de 5 a 40 partes por millón para limitaciones extremas; esto naturalmente dependería de la cantidad original de azufre presente en el combustible.

10 Se ha encontrado que para disminuir la resistividad de gas de escape, de la combustión de combustibles y carbones de bajo contenido de azufre, puede emplearse una combinación de ácido sulfámico con un agente oxidante destructor de carbono. Para este último se prefiere usar una forma de óxido de manganeso (MnO, MnO₂, Mn₃O₄ o MnCO₃, KMnO₄). También se ha encontrado que los óxidos de hierro (FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ y FeCO₃) también pueden emplearse, puesto que se conducen similarmente al 15 manganeso para destruir carbono.

20 Las proporciones de ácido sulfámico y del agente oxidante deberían ser preferentemente 90 partes de ácido sulfámico y 10 partes del agente oxidante, siendo los límites preferidos de 80 a 99 partes de peso de ácido sulfámico y 1 a 20 partes del agente oxidante, siendo los límites exteriores de 50/50.

25 Un diagrama de bloque mostrando una instalación acondicionadora empleando el agente acondicionador de ácido sulfámico según el invento, se adjunta a la presente.

30 Haciendo referencia al diagrama de bloque, el combustible, en este caso carbón, es combinado con aire calentado, - procedente del conducto 23 de aire calentado y se inyecta den-

407 439⁹



- 7 -

1 tro del horno 1 a través de los mecheros quemadores 24. La com
bustión del combustible tiene lugar en el horno transmitiendo
una porción de su energía térmica a los tubos que cubren las
paredes, convirtiendo agua en vapor. El gas caliente completa
5 la combustión con la adición de aire calentado secundario pro
cedente del conducto 21 de aire calentado. Los gases calientes
entonces pasan a través del supercalentador 2 de platina, del
recalentador 3, del supercalentador 4 suspendido y del superca
lentador 5 horizontal. En este punto la temperatura del gas ca
10 liente ha sido reducida de 800 a 900° F habiendo transferido
su energía térmica a los tubos y al vapor. Entonces el gas flu
ye a través del economizador 6, calentando los tubos y preca
lentando el agua en los tubos para devolverse al ciclo en el
horno 1.

15 En el dibujo significan A los supercalentadores, B el
economizador, C el precalentador de aire, E el agente acondi
cionador de ácido sulfámico, F el precipitador, G la chimenea.

20 El gas entonces fluye dentro del conductor 7 de gas
a una temperatura de 650° F a 700° F. La reacción tiene lugar
en el conducto 7 y 8 de gas. Entonces el gas fluye a través
del precalentador 9 de aire del lado del gas saliendo a 300° F
habiendo traspasado su energía térmica al aire, que entra por
el lado del precalentador 19. Entonces el gas fluye a través
de los precipitadores 11, donde la ceniza es eliminada de la
25 corriente de gas, después a través del conducto de gas 12, el
ventilador 13 de tiro inducido, la hendidura 14 y sale por la
chimenea 15.

30 El aire secundario calentado en el conducto de aire
21 fluye desde la admisión 16 de aire a través del ventilador

29 OCT 1954



407439

- 8 -

1 17, del conducto 18 de aire precalentador 19 del lado de aire, desde allí al conducto 20 de aire calentado y el conducto 21 - de aire calentado.

5 La línea de flujo del agente acondicionador de ácido sulfámico se indica por el signo de referencia 25. El ácido sulfámico es introducido preferentemente dentro de la instalación acondicionadora a través de la línea de flujo 21' a la salida del economizador 6, pero también podría introducirse a través de la línea de flujo 25² y 25³.

10 Las zonas para la introducción del ácido sulfámico - serían como sigue:

1. Sección 25² del supercalentador primario -ésta es generalmente la parte más conveniente de la caldera para efectuar la inyección. Aquí la temperatura debería estar por encima
15 de 1.000° F.

2. Salida 25' del economizador -aquí la temperatura puede estar alrededor de 500 a 700° F.

3. Detrás de los calentadores de aire 25³; aquí la -
20 temperatura puede estar entre 300 y 400° F y puede ser justo - algo baja para la descomposición.

El lugar más fácil para la inyección podría ser dentro del supercalentador primario o en la salida del economizador.

25 El NH₂ que también se libera desde el ácido sulfámico, también puede ser un gas protector para los calentadores de aire.

La situación preferida, según se indica para la entrada del ácido sulfámico, es a través de la línea de flujo 25' a

30

407439



- 9 -

1 la salida del economizador, porque aquí la temperatura es de -
650 a 750° F. y esto asegura la completa descomposición del ácido sulfámico. Por contraste con el uso del ácido sulfúrico como agente acondicionador puede observarse que no podría inyectarse ácido sulfúrico a la salida del economizador, porque sería enteramente demasiado corrosivo y destruiría rápidamente los calentadores de aire; análogamente, no podría inyectarse SO₃ a la salida del economizador por la misma razón. Como se ha expuesto arriba, la temperatura para añadir el ácido sulfámico de 400° + 150° F sería correcta, puesto que el límite superior es de 550°, y esto estaría demasiado cerca de la temperatura a la salida del economizador. Como se ha expresado, sin embargo, en el lado alto el ácido sulfámico podría ser añadido a temperaturas de 700° hasta 1.200° F a los supercalentadores 25².

El ácido sulfámico podría también ser introducido, como se ha indicado arriba, a través de la línea 25³ de flujo y esto porque la temperatura del gas de salida en el conducto de salida 9 del calentador de aire (posición 10) puede bajar de 300 a 35° F. Aquí hay considerable descomposición, pero no descomposición completa del ácido sulfámico. Sin embargo, aún sin liberar SO₃, pero actuando como su propio "agente director polar" la adición del ácido sulfámico en la posición 10 podría conseguirse para los propósitos deseados. En vista de la baja temperatura a la salida 9, 10 del calentador de aire, puede añadirse que uno de los efectos beneficiosos del uso de los agentes catalizadores, tales como MnO₂ ó Fe₂O₃ es que acelera la descomposición del ácido sulfámico de modo que puede añadirse sustancialmente después de la salida del calentador de aire

30

407439

-900



- 10 -

1 y obtenerse los beneficios del SO_3 liberado ayudando a funcio
nar más eficazmente los precepitadores electrostáticos.

EJEMPLO I:

5 Lo que sigue servirá de ejemplo para el procedimien
to o la práctica comprendida al usar el ácido sulfámico, así
como su combinación con un agente oxidante (en comparación -
con el uso de ácido sulfúrico) para efectuar la precipitación
electrostática mejorada del precipitador:

10 1. Se hizo pasar aire ordinario a través de un pre-
cipitador electrostático sin ninguna deflexión, mostrando que
el aire permanece invariado. Entonces se hizo pasar aire con-
teniendo 15 partes por millón de SO_3 , formado calentando 45%
de ácido sulfúrico concentrado a 400°F . Los humos de SO_3 fue
ron recogidos y observados visiblemente en los precipitadores
15 electrostáticos.

20 2. El procedimiento fue repetido calentando ácido -
sulfámico a 400°F de modo que el aire contenía 15 partes por
millón de los productos de descomposición del ácido sulfámico.
Se obtuvieron resultados idénticos con el ácido sulfámico co-
mo se había obtenido previamente con el ácido sulfúrico.

25 3. El procedimiento fue repetido con proporciones de
90 partes de peso de ácido sulfámico y 10 partes de MnO_2 . De
nuevo, la presencia del SO_3 fumante recogido se detecto fácil-
mente en los precipitadores electrostáticos.

30 4. Una combinación de aire y humo negro, obtenida -
vaporizando, bajo aire reducido, el aceite combustible nº 2,
entonces se hizo pasar a través del precipitador electrostáti-
co; no tuvo ninguna deflexión del humo negro y nada de ello -
se recogió sobre el precipitador electrostático.

407 4391



- 11 -

1 5. El mismo procedimiento fue repetido usando 50 partes por millón de ácido sulfúrico, vaporizado como arriba, junto con el humo negro. Esta vez se observó una deflexión clara sobre el precipitador electrostático.

5 6.- Cuando el procedimiento fue repetido con humo negro y el ácido sulfámico, hubo una deflexión idéntica y una recogida del humo negro en el precipitador electrostático, de modo que los gases, que pasaban, representaban los efluentes limpiados, que pasaron limpiándose totalmente.

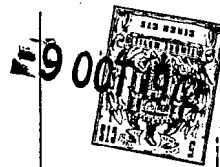
10 7. El procedimiento cuando fue repetido conteniendo una mezcla de 90:10 de ácido sulfámico y MnO_2 mostró una deflexión completa del humo, pero también el humo se decoloró al mismo tiempo (de color negro a un gris claro). Esto demostró que el MnO_2 también disminuía la negrura de humo, al mismo tiempo que trabajaba junto con el ácido sulfámico. El resultado neto fue que los combustibles de bajo contenido de azufre se habían hecho funcionar en precipitadores electrostáticos - de modo que el gas de escape expulsado a la atmósfera estaba claro y libre de SO_3 , de hollín y de partículas de humo.

20 EJEMPLO II:

 Otro ejemplo de la práctica del invento es como sigue:

25 Un horno con combustión de combustible de 750 megavatios, equipado con un precipitador electrostático, cuando quemaba aceite combustible conteniendo 2,3% de azufre, se encontró que era eficaz de 85 a 95%. Cuando se quemaba carbón - conteniendo 2,5 a 3,5% de azufre, el precipitador tuvo una - eficacia de 99%. Esto ocurría antes de la conversión de este -
30 horno, que quemaba aceite, a carbón. La misma caldera cuando

407 439



- 12 -

1 se cambio a aceite combustible con bajo contenido de azufre,
conteniendo 0,5% de azufre, se encontró que sólo era eficaz en
75%.

5 Se añadió ácido sulfámico a la salida del economiza
dor, a una temperatura de 650 a 700° F, quemando la unidad -
aceite combustible conteniendo 0,5% de azufre. La proporción
de adición fue de 30 partes por millón. La eficacia del preci
pitador inmediatamente subió a 95% de su capacidad de régimen.

10 Esta es una importante aplicación del ácido sulfámi
co, particularmente porque es muy difícil de mantener en fun
cionamiento los precipitadores electrostáticos cuando se que
man aceite combustible cambiando de alto a bajo contenido de
azufre en el aceite combustible.

15 Puede añadirse que en este caso el precipitador -
electrostático y el efecto del ácido sulfámico no se cambia--
ron materialmente si el aceite combustible fue previamente tra
tado con un lodo de óxido de magnesio, usándose este último a
un régimen de 6 a 40 libras de MgO por 8.000 libras de aceite
combustible. En otras palabras, el precipitador electrostáti
20 co en este caso fue acondicionado principalmente por la pre--
sencia o ausencia de SO₃ que en este caso fue producido por -
descomposición del ácido sulfámico.

25 La puesta en práctica del procedimiento del invento
y sus ventajas esenciales por encima de la técnica anterior,
según se cree, resulta previamente evidente de sus descrip--
ción detallada, arriba expuesta. Resultará aparente, que pue
den introducirse modificaciones en la práctica del procedi--
30 miento y en el agente oxidante ampleado con el ácido sulfámi

407 439



1 co, sin apartarse de la idea del invento, definida en las reivindicaciones siguientes.

- N O T A -

5 La presente patente de invención consta de las siguientes reivindicaciones:

10 1.- Procedimiento para mejorar el rendimiento del precipitador electrostático usado en centrales de energía modernas, que queman combustibles con bajo contenido de azufre, caracterizado por inyectar dentro de los gases de humero antes de que los mismos alcancen al precipitador, el agente acondicionador, comprendiendo ácido sulfámico, efectuándose la inyección a una temperatura, que descompone el ácido sulfámico para producir SO_3 que actúa para disminuir la resistividad de la ceniza volante y del gas de humero y por ello mejora la precipitación electrostática del precipitador.

15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el grado de inyección del SO_3 producido es de 10 a 40 ppm.

20 3.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque el grado de inyección del SO_3 producido es de 10 a 20 ppm.

25 4.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque el agente acondicionador comprende una mezcla de ácido sulfámico y un agente oxidante destructor del carbono.

30 5.- Procedimiento, según la reivindicación 4, caracterizado porque la mezcla es de 80 a 99 partes de ácido sulfámico y 1 a 20 partes del agente oxidante.





407 439

1 6.- Procedimiento, según la reivindicación 4, caracte-
rizado porque el agente oxidante está seleccionado entre -
óxidos de manganeso y óxidos de hierro.

5 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracte-
rizado porque el ácido sulfámico es inyectado detrás de un
calentador de aire y sustancialmente en avance respecto al -
precipitador.

10 8.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracte-
rizado porque el ácido sulfámico es inyectado en la salida
del economizador.

9.- Procedimiento para mejorar el rendimiento del -
precipitador electrostático usado en centrales de energía.

15 Según se describe y reivindica en la adjunta memo-
ria y se ilustra en los planos anexos, constando la memoria -
de catorce hojas foliadas y escritas a máquina por una sola -
de sus caras.

MADRID

9 OCT 1972

CARLOS ROEB
P. P.

Fila Francisco del Pozo

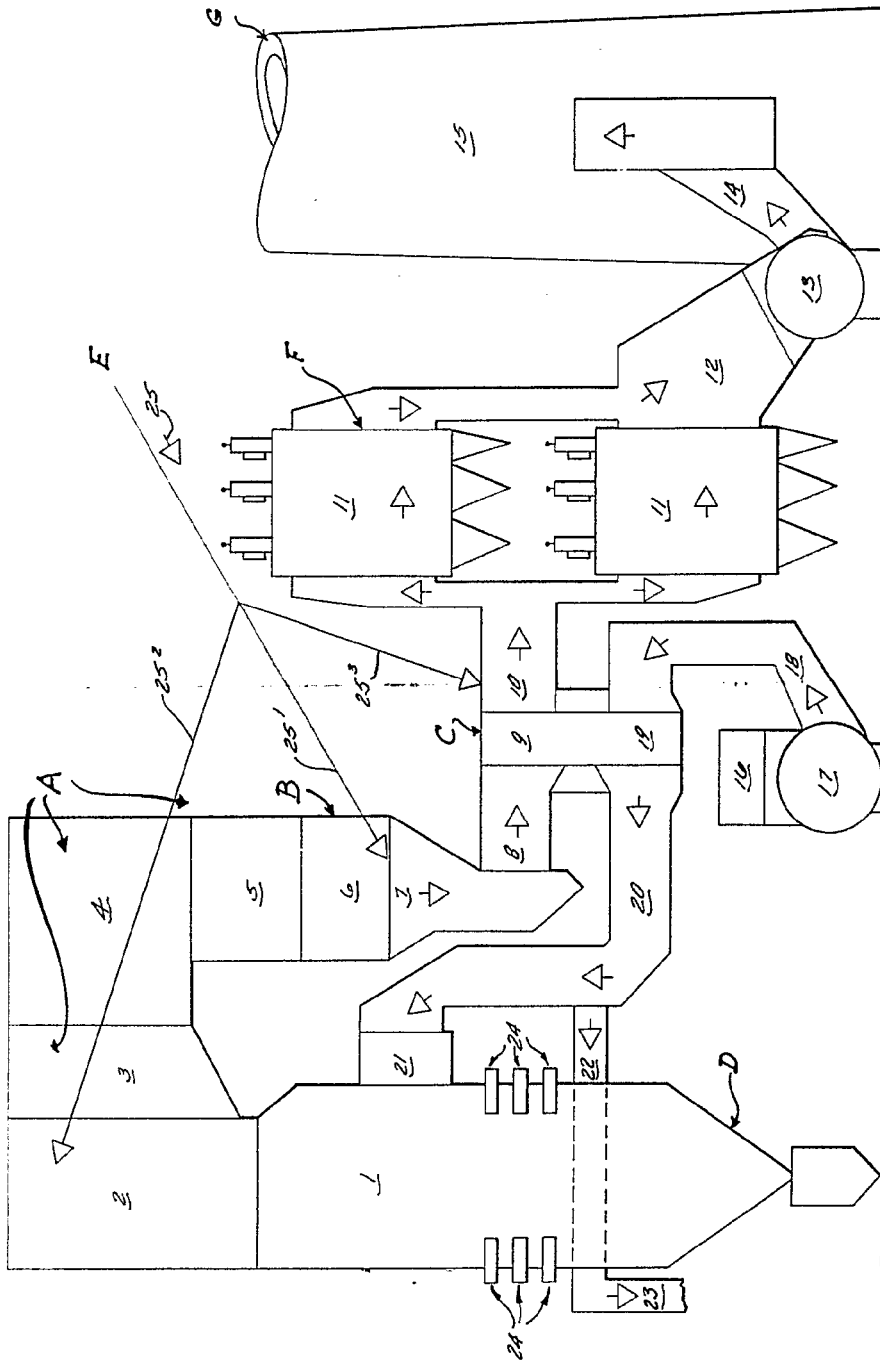
20

25

30

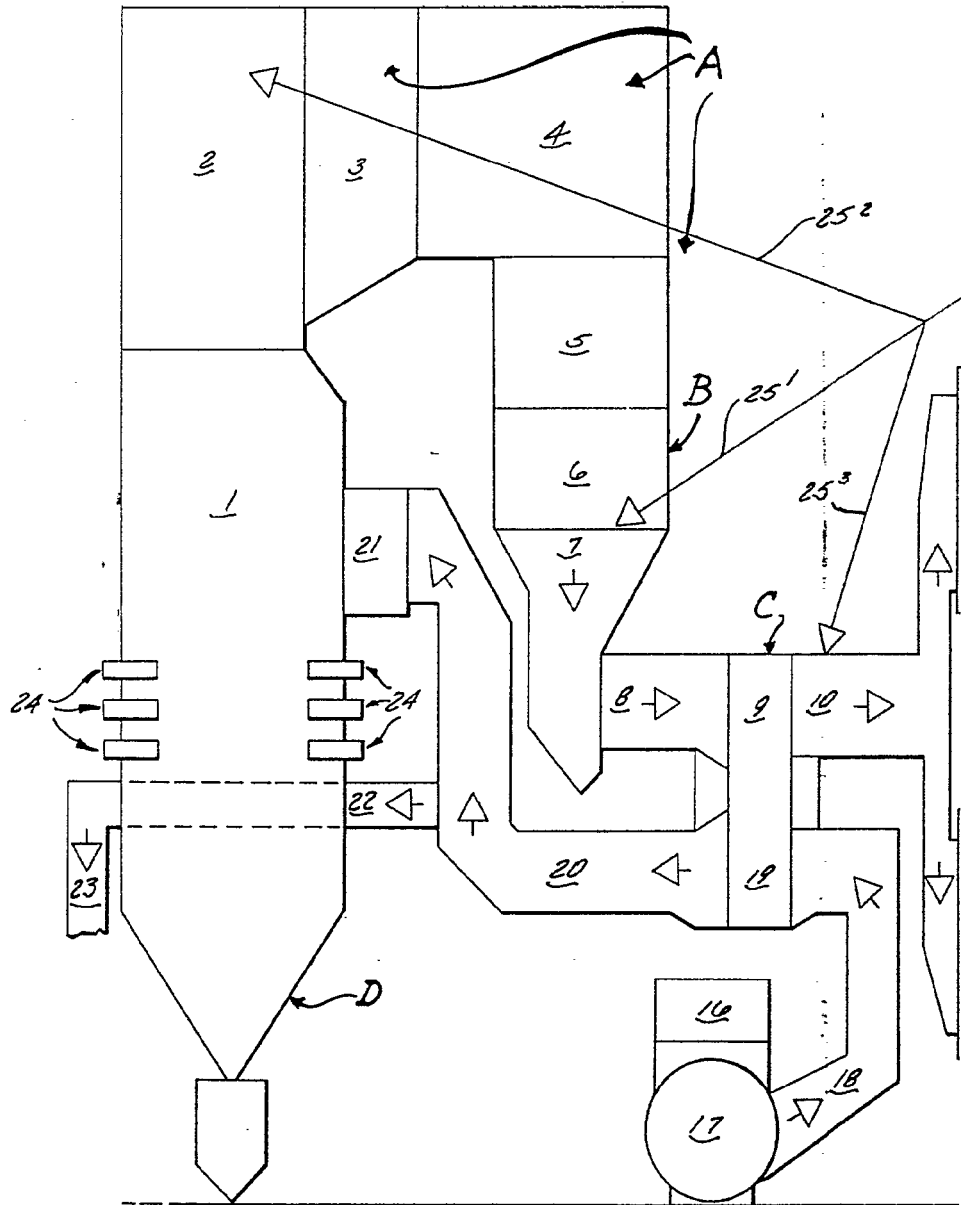
407439

407439

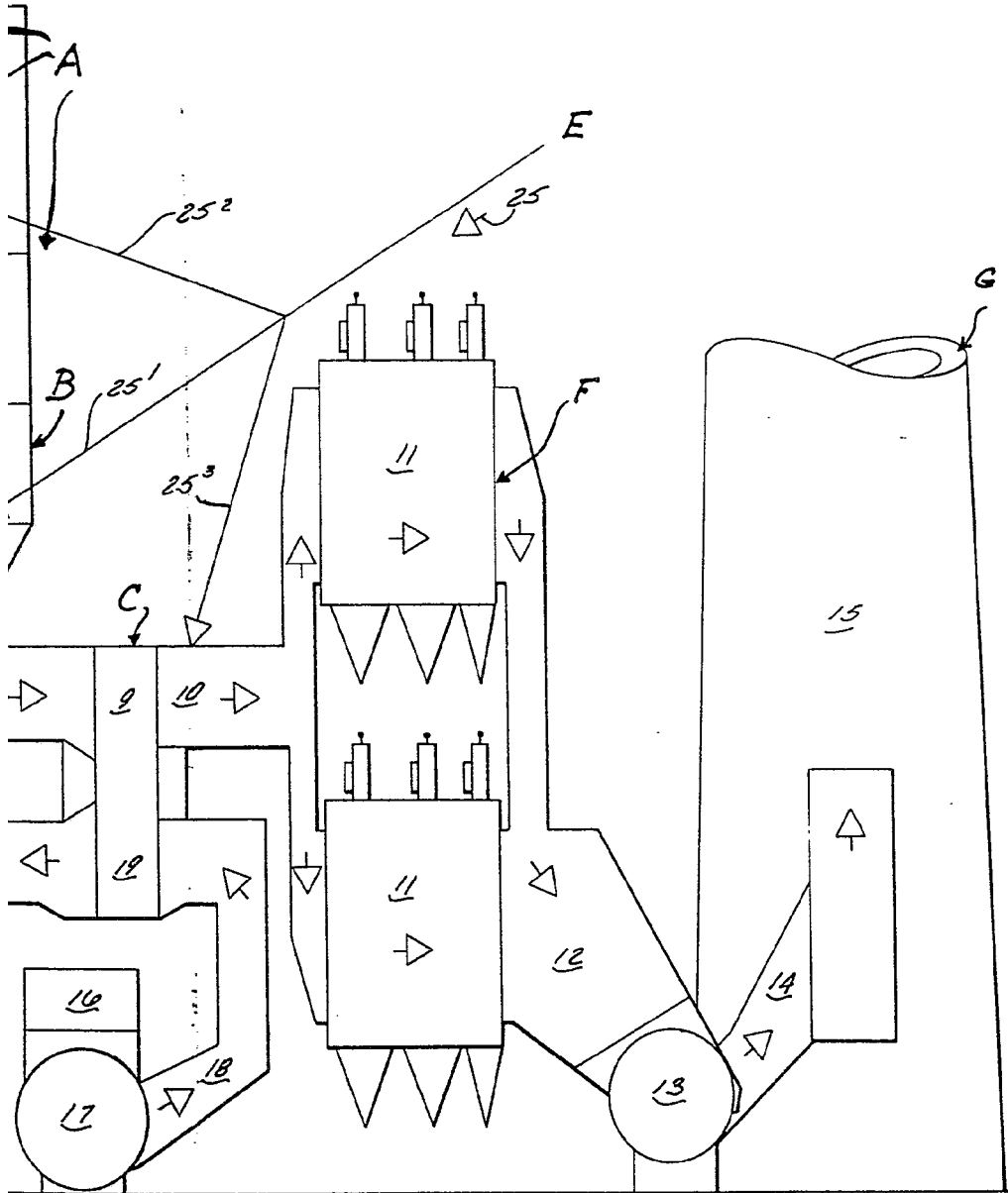


ESCALA VARIABLE
 CARLOS ROEL
 P.F.

407 439



407 439 9



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB
P. P.