



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	A1
	21	477284	
	22	FECHA DE PRESENTACION	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figura en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

## PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
832.506	12 Septiembre 1.977	EE.UU.
57 FECHA DE PUBLICIDAD	58 CLASIFICACION INTERNACIONAL	59 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G05B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"SISTEMA DE CONTROL DE LA CONTAMINACION PARA ELIMINAR LOS OXIDOS DE AZUFRE DE GASES DE COMBUSTION Y REDUCIR LOS OXIDOS DE AZUFRE A AZUFRE ELEMENTAL".		
71 SOLICITANTE (S)		
La Corporación organizada bajo las leyes del Estado de Delaware: FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
110 South Orange Avenue Livingston, New Jersey 07039 (U.S.A.).		
75 INVENTOR (ES)		
Peter Steiner, Ingeniero de nacionalidad norteamericana.		
72 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Francisco GARCIA CABRERIZO.		S/Ref.t FD 4455 N/Ref.t 34.606/AB/av.

POOR  
QUALITY

Esta invención se refiere en general a los sistemas de control de la contaminación y, más particularmente, a un sistema de control de la contaminación para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión y la reducción de los óxidos de azufre a azufre.

Es bien conocido en el campo del control de la contaminación atmosférica el uso de un proceso adsorbtivo para la desulfuración de los gases de la combustión en el que el material que contiene azufre es adsorbido en el sistema poroso de un material de carbón activado. En tal proceso, se lleva a cabo la adsorción en un dispositivo de contacto gas-sólido en el que los gases de la combustión son contactados con carbón vegetal activado, y el dióxido de azufre en forma diluida de la corriente de gas que pasa a través del carbón vegetal activado es adsorbido y oxidado en ácido sulfúrico por el oxígeno y el vapor de agua presentes en la corriente de gas. Otros gases ácidos, tales como los óxidos de nitrógeno, son adsorbidos similarmente, y la materia en partículas arrastrada por la corriente de gas es filtrada por el paso de la corriente a través del carbón vegetal activado.

El carbón vegetal cargado de ácido o saturado es regenerado después usualmente por métodos térmicos en un recipiente de desorción, o similar, por un proceso en el que el material que contiene azufre es cambiado químicamente de forma, dando como resultado la descomposición del ácido sulfúrico en dióxido de azufre y agua, por medio de lo cual se oxida una porción del adsorbente carbonoso en dióxido de carbono. El subproducto del proceso de regeneración es una corriente de gas que contiene 20-30% en volumen de dióxido

de azufre, que se dirige a una instalación de tratamiento del gas maloliente para su elaboración posterior.

5. En un sistema de tratamiento del gas maloliente desarrollado por la Foster Wheeler Corporation, el cesionario de la presente solicitud, y descrito en la solicitud de patente estadounidense nº 635.497, presentada el 26 de noviembre de 1.975, la corriente de gas procedente del recipiente de desorción se dirige a un reactor en el que la mayor parte del dióxido de azufre se reduce a azufre elemental gaseoso, que es posteriormente condensado y almacenado en forma líquida o sólida. En cualquier forma, el azufre elemental ofrece un producto vendible, no contaminante y de fácil manipulación.

10.

En la técnica precedente, una porción del carbón vegetal activado es consumida químicamente en el proceso de regeneración y otra porción es gastada físicamente a un tamaño que resulta ineficaz en el proceso de reducción. En consecuencia, la técnica requiere una alimentación adicional de carbón vegetal activado para reemplazar la cantidad consumida. Dado que el carbón vegetal activado es el producto más costoso consumido en el proceso, resultaría económicamente deseable reducir el consumo de este producto o bien procurar un sustitutivo menos costoso para reemplazar a la cantidad consumida.

15.

20.

25. SUMARIO DE LA INVENCION

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema eficiente y efectivo para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión.

30. Otro objeto de la presente invención es propor---

cionar un sistema de este tipo que precise una inversión de equipo y materia prima costosa que sean reducidas.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema de este tipo que permita la utilización de una materia prima de alimentación de baja calidad para adsorber y reducir los óxidos de azufre de los gases de la combustión.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema de este tipo que utilice el subproducto relativamente poco costoso del proceso de reducción del óxido de azufre como material adsorbente para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión.

Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de este tipo y un método para efectuar la retirada en el que los óxidos de azufre son retirados de los gases en un adsorbedor, y el material adsorbente saturado es regenerado y los óxidos de azufre son reducidos a azufre elemental en un reactor de funciones integradas.

Con el fin de alcanzar estos y otros objetos, se proporciona un sistema de control de la contaminación para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión en el que los gases son contactados con carbón vegetal activado en un recipiente de adsorción de tal modo que los óxidos de azufre sean adsorbidos y oxidados en el sistema poroso del carbón vegetal como ácido sulfúrico. Se prevé un recipiente integrado de regeneración y reducción para recibir continuamente en flujo paralelo el carbón vegetal cargado de ácido, el aire de mantenimiento de la combustión y una cierta cantidad de carbón machacado. Parte del car-

- bón machacado es quemada con el fin de proporcionar el calor de reacción necesario para regenerar el carbón vegetal saturado, produciendo una corriente continua de dióxido de azufre como subproducto. El dióxido de azufre reacciona químicamente con una porción del carbón vegetal y con el carbón machacado restante para producir azufre elemental gaseoso, que puede ser retirado y licuado en un condensador para su almacenamiento como azufre líquido o enfriado en forma sólida. La oxidación del carbón machacado por el dióxido de azufre produce un subproducto poroso que, junto con el carbón vegetal regenerado, es ciclado en el recipiente de adsorción para su uso en el proceso de adsorción.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

- La descripción que precede, así como otros objetos, rasgos y ventajas de la presente invención, serán apreciados de forma más completa con referencia a la siguiente descripción de una realización actualmente preferida pero, no obstante, ilustrativa de acuerdo con la presente invención, tomada a la vista de los dibujos que se acompaña, en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra el flujo de los materiales en un sistema de control de la contaminación de la técnica anterior para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión; y

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra el flujo de los materiales en un sistema de control de la contaminación de la presente invención para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión.

#### DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

- Haciendo ahora referencia más particularmente a

la figura 1 de los dibujos, que representa el flujo de los materiales entre los subsistemas primarios en un sistema de control de la contaminación de la técnica anterior usado para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión, tales como los descargados por un generador de vapor, el sistema se compone de tres subsistemas básicos: adsorción, regeneración o desorción, y tratamiento del gas maloliente. En el subsistema de adsorción, un adsorbedor 10 recibe los gases de la combustión procedentes del generador de vapor después de haber pasado a través de un separador de materia en partículas, o similar (no mostrado), y los gases de la combustión son contactados con material adsorbente en forma de granos cargados en el adsorbedor. El material adsorbente usado en el adsorbedor 10 es usualmente carbón bituminoso preoxidado, o carbón vegetal activado, que se caracteriza por sus excelentes características de adsorción, alta temperatura de encendido, y buena resistencia física.

El dióxido de azufre ( $SO_2$ ) contenido en forma diluida en los gases de la combustión es adsorbido en el sistema poroso del carbón vegetal activado en una reacción en dos etapas. Primeramente, el  $SO_2$ , oxígeno y agua en forma de vapor son adsorbidos sobre los granos de carbón vegetal activado, y en una reacción secundaria, el  $SO_2$  se convierte en ácido sulfúrico, que es retenido en el sistema poroso de los granos de carbón vegetal activado. Los granos de carbón vegetal activado adsorben también otros gases, tales como óxidos de nitrógeno, de un modo similar, y filtran el material en partículas arrastrado por los gases. Los granos de carbón vegetal cargados de ácido o saturados abandonan el

adsorbedor 10, y son conducidos por un sistema de transporte convencional (no mostrado) al subsistema de regeneración, o desorción.

5. En el subsistema de regeneración, se calienta un medio de intercambio térmico inerte, tal como arena, en un calentador de arena 12 a una temperatura elevada predeterminada, y es suministrado a un regenerador 14, a través del cual pasa la arena caliente y los granos de carbón vegetal saturado en contacto íntimo. Este contacto eleva la temperatura de la mezcla a un nivel predeterminado para hacer que el ácido sulfúrico del sistema poroso contenido en el carbón vegetal activado se convierta primeramente en anhídrido de ácido sulfúrico ( $H_2SO_3$ ) y posteriormente en  $SO_2$  y los compuestos del nitrógeno en  $N_2$ . Se produce una corriente de gas maloliente rico en  $SO_2$ , altamente concentrado, que contiene 20-30% en volumen, y es dirigida usualmente a una unidad exterior para su posterior elaboración. La mezcla de arena/carbón vegetal que abandona el regenerador 14 pasa a través de un separador 16, que separa el carbón vegetal regenerado de la arena. La arena separada es vuelta al calentador de arena 12, nuevamente calentada a la temperatura elevada adecuada, y reciclada dentro del regenerador 14. El carbón vegetal separado es dirigido a un enfriador de carbón vegetal 18, en el que es enfriado y reciclado en el adsorbedor 10 para su reutilización.

25. En este tipo de sistemas de la técnica anterior, el gas maloliente rico en  $SO_2$  es usualmente tratado posteriormente para producir azufre elemental, que es almacenable y que tiene ciertas aplicaciones comerciales. Con tal fin, puede hacerse reaccionar al gas maloliente con carbón

machacado para producir el azufre elemental. Por ejemplo, en el sistema descrito en la solicitud de patente antes -  
 indicada, se introduce el gas maloliente rico en  $SO_2$  dentro de un reactor, mostrado en general por la referencia  
 5. numérica 20 en la figura 1, y se le hace reaccionar inicialmente con carbón machacado que es suministrado continuamente al recipiente para dar azufre elemental gaseoso, que es pasado posteriormente a un condensador 22 y condensado en azufre líquido. El azufre líquido puede ser almacenado en depósitos apropiados, o bien enfriado en forma  
 10. sólida.

En el sistema anteriormente descrito de la figura 1, una cierta cantidad del carbón vegetal activado es consumida por la reacción química que se produce en el regenerador 14, y como consecuencia del reciclado continuo del carbón vegetal regenerado, una porción de este material es reducida físicamente a un tamaño tal que resulta ineficaz en el proceso de adsorción. Así pues, se prevé una fuente de carbón activado adicional para el adsorbedor  
 15. 10 destinada a rellenar el carbón vegetal consumido en el regenerador 14 y a compensar la cantidad que se ha reducido físicamente. (En el reactor 20, el carbón machacado suministrado al mismo es consumido en el proceso de reacción, dando ceniza de carbón como subproducto, que no es  
 20. por otra parte utilizada en el proceso).

Se ha mostrado en la figura 2 los subsistemas primarios y el flujo de los materiales que comprende el sistema de control de la contaminación de la presente invención para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de la combustión. Se ha previsto un adsorbedor 25 -  
 30.

para recibir los gases de combustión procedentes de una -  
fuente, tal como un generador de vapor (no mostrado), y -  
está provisto de una carga inicial de carbón vegetal acti-  
vado. Los gases de combustión tratados son descargados en  
5. la chimenea de evacuación (no representada), y el carbón  
vegetal saturado es conducido a un reactor de funciones -  
integradas 28, en el que se lleva a cabo la doble función  
de regeneración del carbón vegetal saturado y reducción -  
de los óxidos de azufre. El aire caliente que procede de  
10. una fuente apropiada 30, tal como un precalentador de -  
aire que utiliza un lecho fluidizado o un intercambiador  
para volver a capturar el calor de los gases de escape de  
la combustión, de los que ambos son conocidos en la espe-  
cialidad, se introduce también en el reactor 28, junto -  
15. con carbón adicional procedente de una alimentación 32 de  
carbón machacado. El carbón vegetal regenerado y el car-  
bón oxidado son pasados a un enfriador (no mostrado) y -  
reciclados en el adsorbedor 26.

La corriente gaseosa de azufre elemental y dió-  
20. xido de carbono producida por el reactor 28 es pasada por  
medios convencionales desde el reactor a un condensador -  
34, en el que se licúa el gas de azufre. Se dispone enton-  
ces el azufre líquido en tanques de almacenamiento 36, o  
bien se elabora y se almacena en forma sólida, y el gas -  
25. de dióxido de carbono es descargado a la atmósfera.

En el funcionamiento del sistema de control de  
la contaminación mostrado en la figura 2, los gases de -  
combustión se introducen en el adsorbedor 26, dentro del  
cual se ha introducido una carga predeterminada de carbón  
30. vegetal activado. Dentro del adsorbedor 26, el carbón ve-

getal activado se mueve continuamente y hacia abajo en flujo másico, y el dióxido de azufre de los gases de combustión que pasan a través del carbón vegetal activado es adsorbido y oxidado en ácido sulfúrico por el oxígeno y el vapor de agua presentes en los gases de combustión. Después de haber pasado a través del carbón vegetal activado, los gases de combustión son pasados a la chimenea de evacuación para su descarga en el aire, y el carbón vegetal activado y saturado es descargado del adsorbedor 26. Las partículas mezcladas con el carbón vegetal saturado son separadas dentro de un separador, tal como un tamiz vibrante, o similar (no mostrado), y el carbón vegetal saturado, separado es introducido en el reactor de funciones integradas 28, junto con carbón adicional machacado procedente de la reserva de carbón 32 y aire procedente del precalentador 30.

Porciones del carbón adicional y del carbón vegetal saturado son quemadas en presencia del aire caliente para procurar el calor de mantenimiento de la reacción dentro del reactor 28. En presencia del calor, el carbón vegetal saturado es regenerado del modo descrito más arriba, que es sustancialmente una inversión modificada de la reacción de adsorción que se producía en el adsorbedor 26, dando como resultado la reducción del ácido sulfúrico contenido en el sistema poroso del carbón vegetal activado en  $SO_2$ . Igualmente, en presencia del carbono proporcionado por el carbón vegetal saturado y el carbón adicional machacado, los óxidos de azufre se reducen a dióxido de carbono y azufre elemental gaseoso.

30. El carbón adicional que no es quemado es oxidado

- por el gas de  $\text{SO}_2$  durante el proceso de reducción, que tiene entonces un sistema de poros que son de un tamaño y naturaleza que los hace suficientemente eficaces como material carbonoso activado para su uso en el proceso de adsorción, junto con la cantidad restante de carbón vegetal activado. El carbón vegetal activado y regenerado y el carbón adicional oxidado son enfriados y conducidos al adsorbedor 26 para su uso en la adsorción de los gases de combustión del modo descrito más arriba.
9. La mezcla gaseosa de  $\text{CO}_2$  y azufre es introducida en el condensador 34, que opera de un modo convencional para reducir el azufre a una forma líquida, que es posteriormente conducida a los tanques de almacenamiento 36, o es transformada en forma sólida para su almacenamiento antes de su eliminación o venta. El  $\text{CO}_2$  gaseoso no se condensa, y es pasado a la atmósfera desde el condensador 34. Las cenizas producidas como resultado del consumo de carbono son retiradas de un modo convencional.
10. El carbón vegetal activado y saturado comprende la mayor parte del material adsorbente introducido en el reactor de funciones integradas 28 durante los ciclos iniciales a través del reactor. Según se ha indicado más arriba, una porción del carbón vegetal es consumida químicamente o de otro modo y otra porción es reducida físicamente a un tamaño que resulta ineficaz en el proceso de adsorción. La reducción de la cantidad de carbón vegetal en cada ciclo a través del sistema de control de la contaminación está comprendida entre 1-5%, y en consecuencia la cantidad de carbón adicional proporcionada al reactor 28 es regulada de tal modo que reemplace al car-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- bón machacado quemado para procurar el calor para la reducción de los óxidos de azufre y además proporciona una cantidad de carbón machacado oxidado para reemplazar al carbón vegetal activado que se ha consumido. Debe destacarse que con cada ciclo sucesivo, se incrementa la característica de adsorción del carbón oxidado debido a los ciclos repetidos de oxidación y reducción, y al incremento en el sistema de porosidad del carbón oxidado. Así pues en algún punto las características de adsorción del carbón oxidado y del carbón vegetal activado son prácticamente idénticas.

- Se ha descrito de este modo un sistema de control de la contaminación y un método para la retirada de los óxidos de azufre de los gases de combustión que tienen un adsorbedor en el que los óxidos de azufre son retirados de los gases, y un reactor de funciones integradas en el que se regenera el material adsorbente carbonoso y saturado, y en el que los óxidos de azufre son reducidos a azufre elemental. El carbón machacado y el carbón vegetal saturado suministrados al reactor integrado proporcionan el agente reductor químico necesario (carbono), y los productos del reactor integrado proporcionan el suministro de carbón vegetal activado para el adsorbedor. El carbón es el único material consumido en el sistema, y no es necesaria una fuente independiente de carbón vegetal activo, distinta de la primera carga para iniciar el funcionamiento del sistema, para que funcione el sistema de una manera efectiva y continuada, reduciendo así sustancialmente la cantidad de materia prima costosa requerida por el sistema. Las exigencias de energía son también reduci-

das puesto que la producción de carbón vegetal activado - en un proceso industrial independiente exige una alimentación de energía relativamente grande en comparación con el sistema aquí descrito. Igualmente, las exigencias de un regenerador térmico separado y un medio termocambiador inerte son eliminadas, reduciendo así la inversión de capital, y la sustitución del carbón vegetal activado consumido por el carbón oxidado resultante del funcionamiento del reactor integrado da como resultado una reducción sustancial de los gastos de explotación.

Si bien se introduce aire caliente para mantener la combustión dentro del reactor de funciones integradas, puede usarse aire sin calentar. No obstante, el uso de aire caliente reduce sustancialmente la cantidad de carbón machacado consumido, y en un medio ambiente operativo tal como un generador de vapor es fácilmente disponible una fuente de calor de evacuación recuperable para precalentar el aire de mantenimiento de la combustión.

Aunque no se haya ilustrado particularmente en los dibujos, se comprenderá que todos los componentes descritos más arriba están dispuestos y soportados de una manera apropiada para formar un sistema completo y operativo. Igualmente, se comprenderá que todos los componentes auxiliares, tales como motores, bombas, sopladores, fuentes de combustible, sistemas de transferencia de material, etc., no han sido específicamente descritos, sino que tales componentes son conocidos en la especialidad y serían incorporados de forma apropiada al sistema operativo.

Como es natural, podrán ser introducidas variaciones en la construcción y disposición específicas -

del sistema de control de la contaminación descrito más --  
 arriba por parte de los expertos en la materia sin apar--  
 tarse de la invención tal como es definida en las reivin--  
 dicaciones que siguen.

5.

N O T A

La Patente de Invención que se solicita por vein--  
 te años, para España, de acuerdo con la vigente Legisla--  
 ción, deberá recaer sobre: "SISTEMA DE CONTROL DE LA CONTAMINA--  
 CION PARA ELIMINAR LOS OXIDOS DE AZUFRE DE GASES DE COM--  
 10. BUSTION Y REDUCIR LOS OXIDOS DE AZUFRE A AZUFRE ELEMENTAL",  
 con Prioridad de la solicitud de Patente en EE.UU. nº --  
 832.506, de fecha 12 de Septiembre de 1.977, según las ca--  
 racterísticas esenciales de las siguientes:

15.

20.

25.

30.

REIVINDICACIONES

- 18.- Sistema de control de la contaminación para eliminar los óxidos de azufre de gases de combustión y reducir los óxidos de azufre a azufre elemental, que comprende:
5. un primer medio de contención que contiene una cantidad de material adsorbente para recibir los gases de combustión, de tal modo que los óxidos de azufre sean adsorbidos por dicho material adsorbente; un segundo medio de contención para recibir el material adsorbente saturado de óxido de azufre en el que es desorbido dicho material adsorbente para liberar óxidos de azufre; medios para introducir aire de mantenimiento de la combustión dentro de dicho segundo medio de contención; medios para introducir una cantidad de carbón dentro de dicho segundo medio de contención, de manera que
10. una porción de dicha cantidad de carbón sea quemada para proporcionar calor para dicha desorción de dicho material adsorbente saturado y la porción de carbón restante sea oxidada por los óxidos de azufre liberados para producir azufre elemental gaseoso y partículas de carbón oxidadas; y medios
15. para conducir el material adsorbente desorbido y el carbón oxidado a dicho primer medio de contención para su utilización como material adsorbente del óxido de azufre.
- 22.- Sistema de control de la contaminación para eliminar los óxidos de azufre de gases de combustión y reducir los óxidos de azufre a azufre elemental, según la reivindicación 1, que comprende igualmente un condensador en comunicación fluida con dicho segundo medio de contención para recibir dicho azufre elemental gaseoso y condensarlo en forma líquida.
- 25.
30. 33.- Sistema de control de la contaminación para

eliminar los óxidos de azufre de gases de combustión y reducir los óxidos de azufre a azufre elemental, según la reivindicación 1, que incluye igualmente una fuente de calor para calentar dicho aire de mantenimiento de la combustión a una temperatura predeterminada.

48.- Sistema de control de la contaminación para eliminar los óxidos de azufre de gases de combustión y reducir los óxidos de azufre a azufre elemental, según la reivindicación 1, en el que dicho material adsorbente es carbón vegetal activado.

51.- "SISTEMA DE CONTROL DE LA CONTAMINACION PARA ELIMINAR LOS OXIDOS DE AZUFRE DE GASES DE COMBUSTION Y REDUCIR LOS OXIDOS DE AZUFRE A AZUFRE ELEMENTAL."

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria que consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid,

12 SET. 1978.

FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P.P.

Firma Sr. M. Colares Jorquera

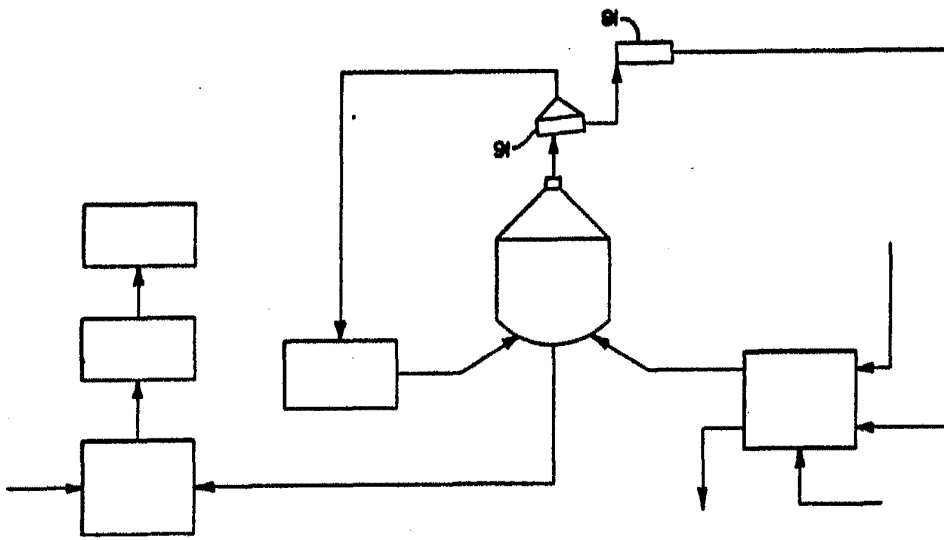


FIG 1

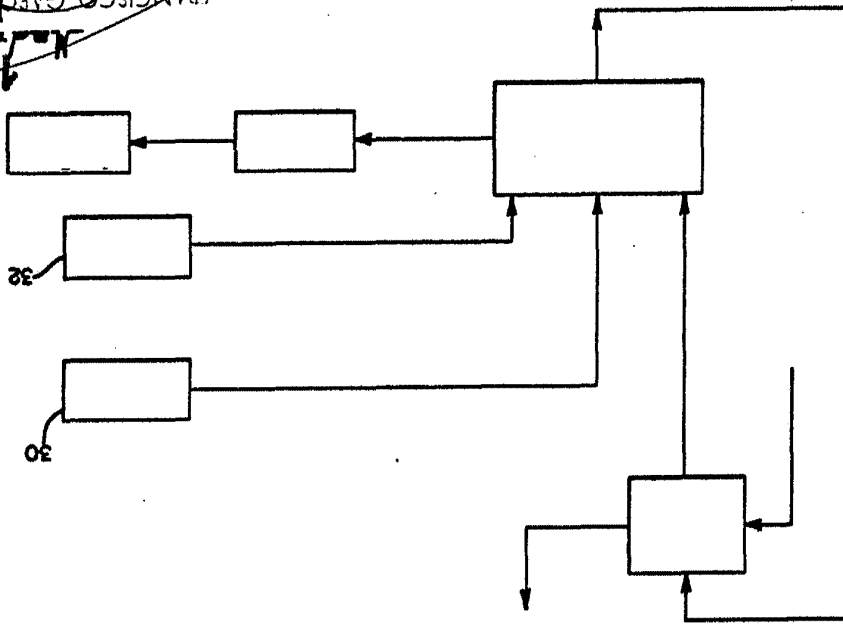


FIG 2

Francisco M. De...  
P.P.  
FRANCISCO GARCIA CASERNO  
12 SEP. 1878