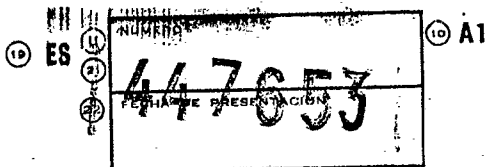




ESPAÑA



PATENTE DE INVENCION

|  |                                       |   |
|--|---------------------------------------|---|
| <b>30</b> PRIORIDADES.   |                                       |   |
| <b>31</b> NUMERO   | <b>32</b> FECHA                       | <b>33</b> PAIS                              |
| P 25 20 045.7  | 6 de Mayo de 1.975                    | Alemania                                    |
| P 25 55 220.9  | 9 de Diciembre de 1975                | "   |
| P 26 08 935.0  | 4 de Marzo de 1976                    | "   |
| P 26 15 828.1  | 4 de Abril de 1976                    | "   |
| <b>47</b> FECHA DE PUBLICIDAD  | <b>61</b> CLASIFICACION INTERNACIONAL | <b>62</b> PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
|  | BoID                                  |   |
| <b>54</b> TITULO DE LA INVENCION   |                                       |   |
| Procedimiento y dispositivo para la depuración de gases.                 |                                       |   |
| <b>71</b> SOLICITANTE (S)  |                                       |   |
| Heinz Hölter, de nacionalidad alemana.                                   |                                       |   |
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE  |                                       |   |
| residente en Beisenstr. 39-41, 4390 Gladbeck, República Federal Alemana. |                                       |   |
| <b>72</b> INVENTOR (ES)  |                                       |   |
| Heinz Hölter, Heinz Grösch., Heinrich Igelbüscher.                       |                                       |   |
| <b>73</b> TITULAR (ES)   |                                       |   |
|  |                                       |   |
| <b>74</b> REPRESENTANTE  |                                       |   |
| D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.  |                                       |   |

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la depuración de gas, especialmente para eliminar sustancias nocivas de gases de escape, gases de humo y gases útiles.

5. Para la depuración de tales gases es conocido poner al gas en contacto con absorbentes sólidos que se separan de nuevo del gas después de la absorción. En tanto los absorbentes se encuentren en estado inmóvil en filtros, circulándose por el gas éstos filtros, la absorción tiene lugar extraordinariamente lenta. Esto tiene como consecuencia el que los filtros son extraordinariamente voluminosos y que para pasar a presión el gas por los filtros se necesita una gran cantidad de energía.

10. Si por otra parte se dirige el gas por un lecho fluidizado que consta de absorbentes granulados, se eleva sólo mínimamente mediante ello el efecto depurador y se reduce sólo mínimamente el consumo de energía, y sin embargo tiene lugar un desgaste por fricción en el absorbente granuloso y éste tiene que renovarse muy frecuentemente.

15. Los conocidos procedimientos de absorción en seco para la depuración de gases tienen por lo demás la desventaja de que a pesar del gran volumen de construcción de las instalaciones pueden depurarse sólo cantidades relativamente pequeñas de gas y sólo puede conseguirse un efecto depurador en alguna medida suficiente a temperaturas del gas en la zona por encima de 600°C, con lo cual se encarece de nuevo la construcción y el funcionamiento de las instalaciones muy grandes.

20. La invención se fundamenta en el cometido de crear un procedimiento para la depuración de gas, especialmente para eliminar sustancias nocivas de gases de escape, gases de humo

30.

5. y gases útiles, en el que se logra un efecto depurador muy alto, que presenta un transcurso de reacción muy rápido de manera que en una instalación pequeña puede trabajarse con bajo coste de energía, y en el que puede emplearse varias veces y durante un tiempo de uso más largo un absorbente económico.

10. El objeto de la invención es un procedimiento para la depuración de gas, especialmente para eliminar sustancias nocivas de gases de escape, gases de humo y gases útiles, en el que el gas se pone en contacto con absorbentes sólidos y se separa de nuevo después de la absorción, que se caracteriza por que se emplean como absorbentes sustancias pulverulentas que reaccionan con las sustancias nocivas, de tal manera que estos se meten en la corriente del gas, se lleven con éste por tramos venturi y se separan del gas.

15. Se ha demostrado sorpresivamente que en tramos venturi puede conseguirse un remolinamiento tan intensivo entre el absorbente y el gas, que la reacción de absorción transcurre extraordinariamente rápida, Mediante esto es no sólo posible lograr efectos depuradores muy altos en una instalación de construcción relativamente pequeña, sino que el procedimiento puede realizarse también a temperaturas considerablemente más bajas que en los procedimientos conocidos. Debido a esto puede logarse un notable ahorro de energía. Por otra parte las altas temperaturas no se oponen a la practicabilidad del procedimiento, y esto tiene como consecuencia el que el gas a depurar puede tratarse por lo general en el estado de temperatura en el que se produce. El procedimiento puede llevarse a cabo a presión atmosférica o más reducida, como también a presión mucho más elevada. Por lo tanto puede emplearse por ejemplo para la desulfuración de gas natural, sin que sea ne

20.

25.

30.

5. cesario reducir la presión natural del gas. El absorbente pulverulento es completamente insensible a sollicitación mecánica. La trituración de las partículas del absorbente, inevitable debido a la fuerte sollicitación mecánica, no es desventajosa como en los procedimientos pertenecientes al estado de la técnica, sino que es ventajosa.

10. Por lo tanto es posible introducir en la corriente de gas nuevamente el absorbente separado del gas, hasta que esté agotada su capacidad de absorción, o esté ésta tan reducida que sea más rentable retirar y en caso dado regenerar el absorbente. Mediante esto se hace posible una considerable elevación de la rentabilidad del procedimiento.

15. En una forma de ejecución preferente la corriente de gas pasa por varios tramos venturi sucesivos a los que están conectados en cada caso un separador para el absorbente, y concretamente se introduce el absorbente primero en el tramo venturi circulado por el gas en último lugar, y luego en el siguiente tramo venturi, visto en dirección contraria a la corriente del gas. Si bien el absorbente se conduce con el gas forzosamente a favor de las corrientes en los distintos tramos venturi, resulta mediante esto dentro del conjunto del procedimiento un efecto de contracorriente que tiene como consecuencia un alto grado de depuración y un aprovechamiento especialmente rentable del absorbente.

20. Si el absorbente se pone en circulación del modo indicado anteriormente, es conveniente mantener el necesario estado del absorbente tomándose del absorbente llevado en circulación, una corriente parcial y adicionándose una correspondiente cantidad de absorbente nuevo. La extracción de la corriente parcial puede efectuarse detrás del primer tramo

25.

30.

5. venturi, visto en la dirección de la corriente del gas, y la adición de absorbente nuevo puede efectuarse delante del último tramo venturi visto en la dirección de la corriente del gas. Mediante esto se produce una circulación en contra corriente total del absorbente.

10. En otra forma de ejecución del procedimiento se guía solamente al absorbente nuevo primero por el último tramo venturi, visto en la dirección de la corriente del gas, y únicamente después se introduce en el circuito de absorbente que comprende los tramos venturi procedentes. Mediante el empleo de sólo absorbente nuevo en el último tramo venturi pueden retirarse del gas también muy bajas concentraciones residuales de sustancias novivas, si esto fuese necesario.

15. Como absorbente pueden emplearse compuestos de metáles alcalinos y/o alcalinoterreos, aptos para la reacción, en forma de polvo. Son especialmente apropiados el hidróxido cálcico pulverulento y/o el carbonato de calcio, éste último en forma de polvo de dolomia preferentemente. Mediante este absorbente puede retirarse del gas a depurar casi completamente bióxido de sulfuro y muy ampliamente sulfuro de hidrógeno y monóxido de nitrógeno.

20. Puede conseguirse un mejoramiento del efecto depurador porque el absorbente contiene hierro pantanoso en polvo fino y/o óxido de hierro pulverulento, que se produce en la producción de acero.

25. Puede emplearse con especial ventaja como absorbente dióxido de silicio amorfo, pulverulento, que se produce en la fabricación electrotérmica de ferrosilicio. Este absorbente que no reacciona químicamente con las sustancias nocivas, puede regenerarse y emplearse nuevamente de forma sencilla. En su

30.

5. empleo no se producen tampoco desechos cuya eliminación pudiera originar dificultades. A los absorbentes pueden añadirse perlita expandida que tampoco reacciona con las sustancias nocivas. Al igual que el dióxido de silicio amorfo, pulverulento, esta perlita presenta buenas propiedades físicas de absorción y es apropiada además para llevar humedad a la reacción.

10. Además es posible emplear como absorbente carbón filtrante, Aquí puede tratarse de carbón filtrante de abrasión, en forma de polvo, o también de carbono pulverulento que se produce en la obtención electrotérmica de compuestos de metal carbono.

15. Los absorbentes mencionados anteriormente pueden emplearse cada uno de por sí o en mezcla. En cada caso es conveniente si los absorbentes presentan esencialmente tamaños de grano de menos de 100  $\mu$ , preferentemente menos de 50  $\mu$ .

De todos modos no es perjudicial una parte proporcional no excesiva de granos más grandes.

20. Es conveniente que contenga agua el absorbente. Al emplearse hidróxido cálcico como absorbente, este material contiene ya una cierta cantidad de humedad, pero en otro caso puede humedecerse el absorbente, ofreciéndose como portador para la humedad perlita expandida, o añadiéndose vapor de agua al gas a depurar. Debido a la presencia de agua, que se añade siempre sólo en cantidades tan pequeñas que no pueda perjudicarse la fluidez del absorbente, puede acelerarse considerablemente el curso de la reacción, de manera que la consecuencia es una mejora del efecto depurador y un aprovechamiento mejorado del absorbente.

30. Especialmente cuando en el gas a depurar existen  $N_2O$

5. ú otros monóxidos de nitrógeno, es conveniente añadir al gas un oxidante antes del contacto con el absorbente. El oxidante puede tratarse de peróxido de hidrógeno y/o solución de permanganato potásico. Debido a éste se mejora el efecto depurador en relación a  $N_2O$  y otros monóxidos de nitrógeno, y se evitan residuos resinosos en el dispositivo.

10. Para conseguir una rentable y favorable velocidad de reacción es conveniente emplear un gas bruto que presente una temperatura de como mínimo  $120^{\circ}C$ , mejor todavía  $160^{\circ}C$ , y calentar en caso necesario el gas a ésta temperatura antes de ponerle en contacto con el absorbente. Sin embargo no es en modo alguno desventajoso si el gas presenta una temperatura más alta, pues debido a ello la reacción sólo puede acelerarse. Entonces es pues solo necesario enfriar el gas antes de la reacción, si su temperatura es tan alta que pudiera dañarse el dispositivo que sirve para la ejecución del procedimiento.

15. El procedimiento puede no sólo emplearse a presión atmosférica o reducida, sino que cuando deben depurarse gases que están a presión más elevada, el procedimiento puede realizarse también a esta presión elevada. Debido a esto pueden conseguirse ventajas económicas muy considerables por ejemplo en la desulfuración de gas natural.

20. Si como absorbentes se emplean compuestos de calcio, como por ejemplo hidróxido cálcico y/o polvo de dolomía, se forma en la reacción sulfito de calcio esencialmente. El absorbente usado puede entonces transformarse en sulfato de calcio mediante adición de aire y lechada decál, y éste puede depositarse sin peligro o transformarse posteriormente en yeso. Por otra parte es también posible liberar al absorben

25.  
30.

usado anteriormente mencionado, de sustancias nocivas mediante calentamiento en el horno Claus. Mediante ésto se produce óxido de potasio que mediante adición de humedad se transforma en hidróxido calcio y puede emplearse de nuevo como absorbente. Las sustancias nocivas desviadas se siguen transformando por el procedimiento Claus, produciéndose esencialmente azufre elemental. También los restantes absorbentes citados anteriormente pueden regenerarse en el horno Claus.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Un dispositivo preferente para la ejecución del procedimiento presenta tramos venturi que constan de secciones de tubo en las que hay toberas de salida para el absorbente, dispuestas aproximadamente concéntricas y sucesivamente en la dirección de corriente del gas, así como cuerpos desplazadores aproximadamente cónicos con su punta mirando en la dirección de la corriente, y finalmente anillos rascadores que estrechan la sección transversal del tubo y que presentan aproximadamente la forma de una sección de superficie lateral de cono. En un tramo venturi pueden estar dispuestas varias disposiciones sucesivas que constan cada una de una tobera de entrada un cuerpo desplazador y un anillo rascador.

A continuación se describen formas de ejecución del procedimiento según la invención y del dispositivo que sirve para su ejecución.

La figura 1 muestra la representación esquemática de una instalación de ensayo,

la figura 2 muestra, como corte de la figura 1, un tramo venturi,

la figura 3 muestra la representación esquemática de una instalación en escala industrial,

la figura 4 muestra la misma instalación en una segun

da forma de ejecución.

La figura 5 muestra un dispositivo para la regeneración de absorbente con contenido de compuestos de calcio.

5. En la instalación de ensayo representada en la figura 1 se introduce en 1 el gas a tratar, en un tramo de calentamiento de gas bruto 2. En el tramo de calentamiento de gas bruto se efectúa el calentamiento del gas a tratar a una temperatura de aproximadamente 160°C, mediante la llama libre de un quemador de aceite que se alimenta con aceite de calefacción ligero. El gas a tratar era el gas de humo de un horno calentado por aceite ligero, que para fines de ensayo se enriqueció adicionalmente con sustancias nocivas antes de su entrada en el tramo de calentamiento de gas bruto 2. En el tramo de calentamiento de gas bruto 2 desemboca una entrada de vapor 3 por la que puede adicionarse vapor de agua al gas a tratar. Al tramo de calentamiento de gas bruto 2 sigue un tramo de tratamiento designado en su conjunto con 4 al que se une un filtro de telametalica 5. Al filtro de telametalica 5 sigue un ventilador, no representado en el dibujo, que aspira por todo el dispositivo el gas a tratar y del que sale a la atmósfera el gas tratado.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- En el extremo de tratamiento 4 que consta de varias secciones de tubo 6 a 11 conectadas unas a otras, entran en cada caso al comienzo de una sección de tubo, tubos de alimentación 12 a 17 que sirven para alimentar el absorbente a los tramos de reacción y que van a toberas de salida 18 a 23 dispuestas concéntricamente en las secciones de tubo 6 a 11, por las que entra el absorbente en la corriente de gas. El absorbente se encuentra en depósito de reserva a prueba de presión 24 a 29 de los que se extrae a través de dispositivos

dosificadores 30 a 35 y se dirige a las pertenecientes tuberías de alimentación 12 a 17, bajo adición de aire comprimido, a través de toberas de transporte postpuestas a los dispositivos dosificadores.

5. A cada una de las secciones de tubo 6 a 11 del tramo de tratamiento 4 sigue a la respectiva tobera 18 a 23, en la dirección de la corriente de gas designada por las flechas, un cuerpo desplazador 42 a 47 aproximadamente en forma de cono, como se vé en la figura 2. El cuerpo desplazador está unido mediante nervios estrechos, que no ofrecen al gas ninguna resistencia notable, con la pared interior de las secciones de tubo 6 a 11. Estos nervios no están representados en el dibujo. Los cuerpos desplazadores 42 a 47 originan, como al tratarse de una tobera venturi, un estrechamiento de la sección transversal de la corriente que queda a disposición para los gases. Esto tiene como consecuencia que al final del cuerpo desplazador la corriente de gas se ponga en turbulencia extraordinariamente violenta, de manera que tiene lugar un remolinamiento muy intensivo del absorbente adicionado, con el gas, con lo cual se acelera de nuevo la reacción entre el gas y el absorbente. Detrás de cada cuerpo desplazador 42 a 47 está dispuesto un anillo rascador 48 a 53. El anillo rascador se trata de un cuerpo que presenta aproximada entre la forma de una sección de superficie lateral de cono, o de un embudo, y cuyo contorno exterior está unido con la pared interior de la sección de tubo 6 a 11. Los anillos rascadores 48 a 53 actúan por una parte media estrechamiento de la sección transversal de la corriente que hay a disposición para los gases, como tramos de aceleración de un tubo venturi, y por otra parte cumplen el cometido
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

5. de impedir una deposición de absorbente en la pared interior del tubo, ya que el absorbente que se deposita allí no tomaría parte ya en la reacción e incluso podría estrechar inadmisiblemente la sección transversal del tubo y más bien se dirige el absorbente siempre de nuevo al centro del tubo. Unicamente mediante los anillos rascadores 48 a 53 se logra, con baja pérdida de presión, y por tanto un bajo consumo de energía, un contacto de la corriente de gas con el absorbente, tan intensivo que puede conseguirse el efecto depurador extraordinariamente alto expuesto en los resultados de ensayo.

10. Si bien según el uso general del idioma un tramo venturi consta de una disminución de la sección transversal que incrementa extendiéndose sobre una parte de la longitud del tramo, de un siguiente ensanchamiento de la sección transversal que se extiende sobre otra parte de la longitud del tramo, se eligió no obstante para las secciones de tubo 6 a 11 la expresión "tramos venturi". Esto ocurrió así porque en las secciones de tubo existen en cada caso dos secciones de longitud en las que se reduce la sección transversal. Aquí se trata de aquellas secciones de la longitud en las que se encuentran los cuerpos desplazadores 42 a 47 y los anillos rascadores el tubo tiene inmediatamente de nuevo su sección transversal completa. Aquella parte del tramo venturi dentro de la cual aumenta de nuevo su sección transversal, existe 20. 25. pues, pero su longitud es igual a cero.

30. Al tramo de reacción 4 sigue, como se véde nuevo en la figura 1, un filtro de tela metálica 5 en el que se separa el absorbente del gas. El absorbente producido en el filtro 5 puede utilizarse de nuevo en los recipientes 24 a 29

hasta que esté agotada su capacidad de absorción, o no baste para lograr el necesario efecto depurador.

5. El dispositivo representado en la figura 1 puede modificarse debido a que después de una o varias de las secciones de tubo 6 a 10 están dispuestos otros filtros u otros dispositivos para separar el absorbente de la corriente de gas. Mediante esto se consigue que el absorbente no circule todas las secciones de tubo 6 a 11, sino sólo una o varias de estas secciones de tubo.

10. Con el dispositivo representado en las figuras 1 y 2 se realizaron ensayos. El tramo de reacción 4 tenía una longitud de 10,35 metros. Las secciones de tubo 6 a 11, de las que consta el tramo de reacción 4, tenían un diámetro interior de 310 mm. Las puntas del cuerpo desplazador cónico 42 a 47 estaban distanciados 110 mm. del orificio de las toberas 19 a 23. La longitud del cuerpo desplazador 42 a 47 era de 140 mm., el diámetro del cuerpo desplazador en su cara final circular era de 100 mm. La distancia desde la cara final del cuerpo desplazador 42 a 47 hasta el comienzo del anillo rascador 48 a 53 era de 120 mm. El ancho de luz del anillo era de 210 mm y su profundidad de 155 mm.

15. En los ensayos se pasaron por el dispositivo aproximadamente  $9.000 \text{ m}^3$  de gas de humo por hora. En las partes de las secciones de tubo 6 a 11 no estrechadas por estructuras internas se produjo una velocidad del gas de aproximadamente 25 33 m/s. Al final de los cuerpos desplazadores 42 a 47 la velocidad del gas suponía 40 m/s. aproximadamente y al final de los anillos rascadores 42 a 53 70m/s. aproximadamente.

30. Como gas bruto se empleó el gas de humo de un horno calentado por aceite ligero. Al gas de humo se añadió, adicio

nalmente a las sustancias nocivas existentes ya en él, más dióxido de sulfuro, antes de su entrada en el tramo de calentamiento de gas bruto 2. La concentración de las sustancias nocivas contenidas en el gas bruto, incluido el dióxido de sulfuro añadido, se averiguó antes de la entrada del gas bruto en el tramo de calentamiento 2. En lo demás se midió la concentración de las concernientes sustancias nocivas en el gas depurado, detrás del ventilador siguiente al filtro 5 y no representado en el dibujo.

5. 10. En el tramo de calentamiento de gas bruto 2 se calentó el gas bruto a una temperatura de  $160^{\circ}$  C. Por cada una de las toberas 18 a 23 se introdujo absorbente en la corriente de gas y concretamente en una cantidad total de aproximadamente 5 kgs/hora, correspondiente aproximadamente a 5 veces la cantidad

15. 20. averiguada estequiometricamente para la reacción completa con las sustancias nocivas. Como sorbente se empleó hidróxido cálcico en polvo fino usual en el mercado ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). El hidróxido cálcico tenía antes de su empleo un contenido de humedad de aproximadamente 3 a 6%. El absorbente se empleó nuevamente varias veces después del paso por el dispositivo.

Durante un tiempo de ensayo de aproximadamente 4 horas resultaron las siguientes concentraciones de sustancias nocivas en el gas bruto y en el gas depurado:

|                      | Gás bruto                    | Gás depurado               |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| 25. $\text{SO}_2$    | 2.700 $\text{mg}/\text{m}^3$ | 15 $\text{mg}/\text{m}^3$  |
| $\text{H}_2\text{S}$ | 1.800 $\text{mg}/\text{m}^3$ | 100 $\text{mg}/\text{m}^3$ |
| $\text{N}_2\text{O}$ | 300 $\text{mg}/\text{m}^3$   | 30 $\text{mg}/\text{m}^3$  |

30. Estos resultados de ensayo muestran que al emplearse a escala industrial el procedimiento según la invención puede contarse con un efecto depurador de por lo menos el 95% en lo

referente a  $SO_2$ .

5. Otros ensayos dieron como resultado que es posible un mejor aprovechamiento del hidroxido cálcico empleado como absorbente, si a la corriente de gas a depurar se adiciona en 3 vapor de agua saturado, y concretamente en una cantidad tan baja que no pueda perjudicarse la fluidez del absorbente pulverulento. Además se manifestó que puede mejorarse considerablemente el efecto depurador en lo referente a  $N_2O$  y de  $NO_x$  mediante adición en 3 de pequeñas cantidades de peroxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Mediante esto se impide especialmente la aparición de deposiciones resinosas en la instalación.

10. A base de las figuras 3 y 4 se representan otros ejemplos de ejecución.

15. En la instalación a escala industrial representada en la figura 3 la alimentación del gas a tratar tiene lugar en 101. El gas llega primeramente a un tramo de calentamiento del gas bruto 102 en el que si es necesario se calienta aproximadamente 180°C mediante la llama libre de un quemador de aceite de calefacción. En contraposición a otros procedimientos pertenecientes al estado de la técnica en los que el gas tiene que calentarse para fines de depuración a una temperatura de 500 a 800°C, como mínimo sin embargo a 400°C, en el procedimiento representado no es necesaria una temperatura más alta que la indicada anteriormente de 160°C. Sin embargo si el gas se produce a temperaturas más altas, pueden también depurarse a estas temperaturas.
20. En 103 pueden añadirse al gas vapor de agua y/o oxidantes, tales como peroxido de hidrogeno o una solución de permanganato de potasio.

25. Desde el tramo de calentamiento de gas bruto 102 el gas a tratar pasa a un primer tramo venturi 104. El tramo ven-
- 30.

- turi 104 y también todos los tramos venturi siguientes en las figuras 3 y la figura 4 corresponden en su construcción a la figura 2, sin embargo en el ejemplo de la figura 3 y la figura 4 están conectadas en serie en un tramo venturi tres disposiciones de las representadas en la figura 2. Existen por lo tanto para la alimentación del absorbente a los tramos venturi 104 tres tubos de alimentación 105, 106 y 107 que desembocan en tubo de alimentación 108 común, de manera que el tubo de alimentación 108 sirve para la alimentación de absorbente al tramo venturi 104. Al tramo venturi 104 se une un separador 109 que sirve para separar del gas el absorbente. El separador 109 en el ejemplo de ejecución un separador de ciclón, pero pueden emplearse también separadores de otro tipo, apropiados para separar de gases sustancias sólidas pulverulentas. No es necesario retirar enteramente del gas el absorbente. El absorbente separado llega a una tubería 110.

- Al separador 109 siguen otros tres tramos venturi 111, 115 y 119 a los que están pospuestos en cada caso un separador 113, 117 y 121, así como finalmente un último tramo venturi 123 al que está pospuesto un separador 126. El separador 126 es en el ejemplo de ejecución un filtro de tela metálica que libera al gas depurado de absorbente, tan ampliamente que pueden cumplirse las respectivas exigencias que se imponen al gas depurado en lo referente a su exención de polvo.

- Al separador 126 continua un ventilador 127 que presiona al gas en una tubuladura de gas de escape o a una chimenea 128. El ventilador 127 sirve para aspirar el gas a depurar por toda la instalación. Si de todos modos el gas entra en la instalación con una presión suficientemente alta para transportarle mediante esta presión por la instalación, no es neces-

rio el ventilador 127. Debe citarse aquí que la instalación según la invención es apropiada tanto para depurar gases a presión atmosférica o algo más baja, como también para la depuración de gases que están a una presión más alta, de por ejemplo 40 a 60 bar.

- 5.
- El absorbente en la instalación representada en la figura 3 se lleva en circulación. El absorbente separado del gas en el separador 126 una vez pasado por el tramo venturi 123, llega por una tubería 125, un dispositivo transportador 129 y un depósito intermedio 130 que puede estar dotado de un dispositivo dosificador, a la tubería de alimentación 120 y desde allí al penúltimo tramo venturi 119. De modo correspondiente circula el absorbente los separadores 117, 113 y 109 así como los tramos venturi 115, 111 y 104. Desde el separador 109 llega el absorbente por la tubería 110 a un dispositivo divisor 137 en el que la cantidad de absorbente que viene de la tubería 110 se subdivide en dos diferentes cantidades parciales, en una proporción ajustable. Una cantidad parcial más pequeña se retira de la circulación por la tubería 138. Una cantidad parcial más grande llega a través de una tubería 139 en la que puede estar previsto de nuevo un dispositivo transportador 140, a un depósito de almacenamiento intermedio 141 que puede estar dotado de nuevo de un dispositivo dosificador, y desde el depósito intermedio 141 a la tubería de alimentación 124 y desde allí al tramo venturi 123. Además en la tubería 124 se introduce por una tubería 142 absorbente nuevo, y concretamente en una cantidad que corresponde a la cantidad de absorbente separada de la circulación por la tubería 138. La cantidad de absorbente nuevo a alimentar a la circulación en 142 puede calcularse en base al contenido de sustancias nocivas del gas a de-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

purar y del efecto depurador exigido, y/o determinarse mediante ensayos.

5. El dispositivo representado en la figura 4 se diferencia del dispositivo de la figura 3 porque el último tramo venturi 123 se circula sólo por absorbente nuevo. El absorbente nuevo se alimenta por la tubería 143 del tramo venturi 123. La cantidad parcial saliente del dispositivo divisor 137 y destinada al reenvío a la instalación, en la forma de ejecución de la figura 4 se alimenta a través de una tubería 144, en caso necesario un dispositivo transportador 145 y un depósito intermedio 146 que puede estar dotado de un dispositivo dosificador, por una tubería 147 del penúltimo tramo venturi 119, y circula tras esto la instalación como en la figura 3.

10. Para la alimentación y evacuación de absorbente sirve también la figura 4 lo dicho anteriormente para la figura 3.

15. Con el dispositivo de la figura 4 pueden retirarse del gas a depurar cantidades residuales también muy pequeñas de sustancias nocivas. Esto se ha de atribuir a que en el último tramo venturi 123 se emplea exclusivamente absorbente nuevo.

20. Los dispositivos transportadores y depósitos intermedios, por ejemplo 129 y 130, representados en las figuras 3 y 4, pueden suprimirse bajo ciertas circunstancias, si el gas a depurar se aspira por la instalación. En algunas formas de ejecución pueden suprimirse también los depósitos intermedios, por ejemplo 130. Como dispositivos transportadores, por ejemplo 129, pueden emplearse por ejemplo depósitos de presión o emisores de presión. Estos pueden también asumir la función de los depósitos intermedios, por ejemplo 130. Si para el trans

5. porte del absorbente dentro de la instalación debe emplearse un medio de presión, éste puede ser en muchos casos aire comprimido. Si de todos modos es indeseado o peligroso el que se mezcle el aire al gas a depurar, como es el caso por ejemplo al depurar se gas natural, puede emplearse como medio de presión en la instalación gas depurado u otro gas incapaz de reacción.

10. El absorbente retirado de la circulación en los dispositivos de las figuras 3 y 4, en 138, puede en muchos casos regenerarse de nuevo. En el caso de que el absorbente conste predominantemente o totalmente de un compuesto de calcio, por ejemplo hidroxido cálcico, y si como sustancia nociva existe predominantemente dióxido de sulfuro, como es generalmente el caso, se forma en el absorbente predominantemente sulfito de calcio. Un semejante absorbente puede regenerarse según la figura 5 de modo que éste se dirige por la tubería 138 a un depósito de oxidación 148 al que se alimenta aire por una tubería 149. En el depósito de oxidación 148 se encuentra un medio favorecedor de la oxidación, por ejemplo lechada de cal, de manera que la oxidación se realiza en la fase líquida. La lechada de cal se encuentra en un recipiente 150. Mediante la oxidación se produce sulfato de calcio que en una centrífuga 151 se separa del agua que abandona el recipiente 148, y se evacua en 152. El líquido saliente de la centrífuga 151 se alimenta de nuevo desde el recipiente 150, a través de una tubería 154 al depósito de oxidación 148, por una tubería 153 y añadiéndose en caso dado lechada de cal. El sulfato de calcio que sale en 152 puede deponerse debido a su inocuidad para el entorno, o también puede transformarse por ejemplo en yeso.

30. La regeneración del absorbente puede efectuarse también de manera que el absorbente se calienta en un horno Claus,

- y el sulfuro de hidrogeno producido se elabora formando azufre elemental después del proceso Claus. Del hidroxido cálcico empleado como absorbente se produce después del calentamiento óxido de calcio que mediante adición de humedad se transforma en hidroxido de cálcio, y puede emplearse nuevamente como absorbente. El procedimiento descrito en último lugar es apropiado también para la regeneración de otros absorbentes, por ejemplo del dióxido de silicio pulverulento empleado asimismo como absorbente.
- 5.
10. Describa suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

15.

#### REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento y dispositivo para la depuración de gases, especialmente para eliminar sustancias nocivas de gases de escape, gases de humo y gases útiles, procedimiento caracterizado porque el gas se pone en contacto con absorbentes sólidos, constituidos por sustancias pulverulentas que reaccionan con las sustancias nocivas, de tal manera que dichos absorbentes se meten en la corriente de gas, se llevan con este por tramos venturi y se separan del gas después de la absorción.
- 20.
- 25.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el absorbente separado del gas se introduce nuevamente en la corriente de gas.

- 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la corriente de gas se lleva por varios
- 30.

MLP

tramos venturi sucesivos a los que está dispuesto en cada caso un separador, se introduce el absorbente en la corriente de gas primero delante del tramo venturi circulado en último lugar por el gas, y luego delante de los tramos venturi siguientes vistos en dirección contraria a la corriente del gas.

5.

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque del absorbente que se lleva en circulación, se toma una corriente parcial y se añade una correspondiente cantidad de absorbente nuevo.

10.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la toma de la corriente parcial se efectúa detrás del primer tramo venturi visto en la dirección de la corriente de gas, y la adición de absorbente nuevo se efectúa delante del último tramo venturi, visto en la dirección de la corriente.

15.

6.- Procedimiento según las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado porque solamente el absorbente nuevo se lleva primeramente por un último tramo venturi, visto en la dirección de la corriente de gas, y después se dirige a la circulación de absorbente.

20.

7.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque como absorbente se emplean compuestos pulverulentos reaccionables de metales alcalinos y/o metales alcalinoterreos.

25.

8.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizados porque como absorbente se emplea hidróxido cálcico y/o carbonato de calcio, especialmente polvo de dolomita.

30.

9.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el absorbente contiene hierro pantanoso en polvo fino y/o óxido de hierro pulverulento, que se produce

ME

en la producción de acero.

5. 10.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque como absorbente se emplea dióxido de silicio amorfo, pulverulento, que se produce en la fabricación electrotérmica de ferrosilicio.
10. 11.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el absorbente contiene perlita expandida.
- 12.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el absorbente contiene carbón filtrante pulverulento.
- 13.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el absorbente presenta esencialmente tamaños de grano de menos de 100  $\mu$ , preferentemente menos de 50  $\mu$ .
15. 14.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el absorbente contiene una adición de agua.
- 15.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque se adiciona al gas vapor de agua antes del contacto con el absorbente.
20. 16.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque se añade al gas un oxidante antes del contacto con el absorbente.
25. 17.- Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado porque como oxidante se emplea peróxido de hidrógeno y/o solución de permanganato potásico.
- 18.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque el gas bruto presenta una temperatura de por lo menos 120°C.
30. 19.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 18,

ME

caracterizado porque el tratamiento del gas tiene lugar a presión elevada.

5. 20.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el absorbente usado se transforma en sulfato de calcio mediante adición de aire y lechada de cal.

21.- Procedimiento según las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque el absorbente se libera de sustancias nocivas mediante calentamiento en el horno Claus, y se emplea nuevamente.

10. 22.- Dispositivo para la ejecución del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado porque se constituye por un tubo de tratamiento de gas compuesto de secciones de tubo con tramos venturi, en las que se sitúan toberas de salida para el absorbente dispuestas aproximadamente concéntricas y sucesivamente en la dirección de la corriente del gas, así como cuerpos desplazadores dispuestos concéntricos, aproximadamente cónicos, que con su punta miran en la dirección de la corriente, y finalmente anillos rascadores que estrechan la sección transversal del tubo y presentan la forma de una sección de superficie lateral de cono.

15. 23.- Dispositivo según la reivindicación 22, caracterizado porque en cada tramo venturi consta en disposiciones sucesivas, de una tobera de entrada, un cuerpo desplazador y un anillo rascador.

20. 24.- Dispositivo según las reivindicaciones 22 y 23, caracterizado porque los cuerpos desplazadores presentan en su superficie de base aproximadamente el 10% de la luz de la sección transversal del tubo.

25. 25.- Dispositivo según las reivindicaciones 22 a 24, caracterizado porque la sección transversal de luz de los anillos

30.

MG

llos rascadores supone aproximadamente el 46% de la luz de la sección transversal del tubo.

5. 26.- Dispositivo según las reivindicaciones 22 a 25, caracterizado porque la distancia que hay desde la punta de los cuerpos desplazadores a los orificios de salida de las toberas supone aproximadamente el 36% del diámetro del tubo.

10. 27.- Dispositivo según las reivindicaciones 22 a 26, caracterizado porque la distancia entre las caras de base de los cuerpos desplazadores y los lugares más lejanos de los anillos rascadores supone aproximadamente el 39% del diámetro del tubo.

28.- Dispositivo según las reivindicaciones 22 a 27, caracterizado porque la longitud de los anillos rascadores supone aproximadamente el 50% del diámetro del tubo.

15. 29.- Procedimiento y dispositivo para la depuración de gases, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

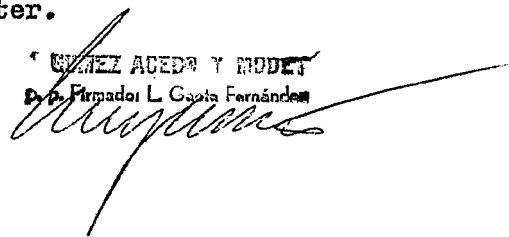
Esta Memoria consta de veintitres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

- 5 MAYO 1976

Heinz Hölter.

GUINEZ ACEDA Y BODET  
D.º Firmador: L. Costa Fernández



ME

ESCALA VARIABLE

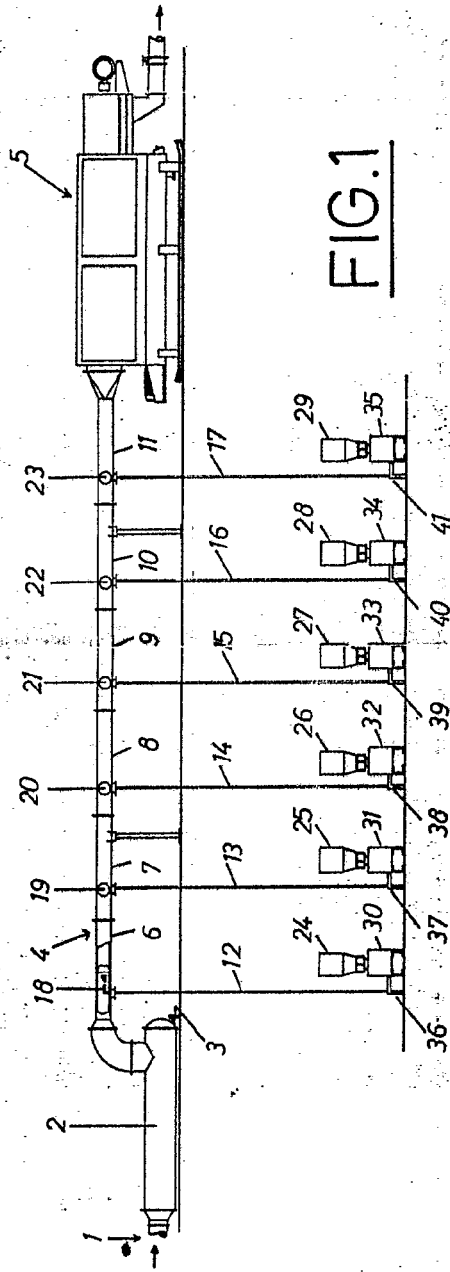
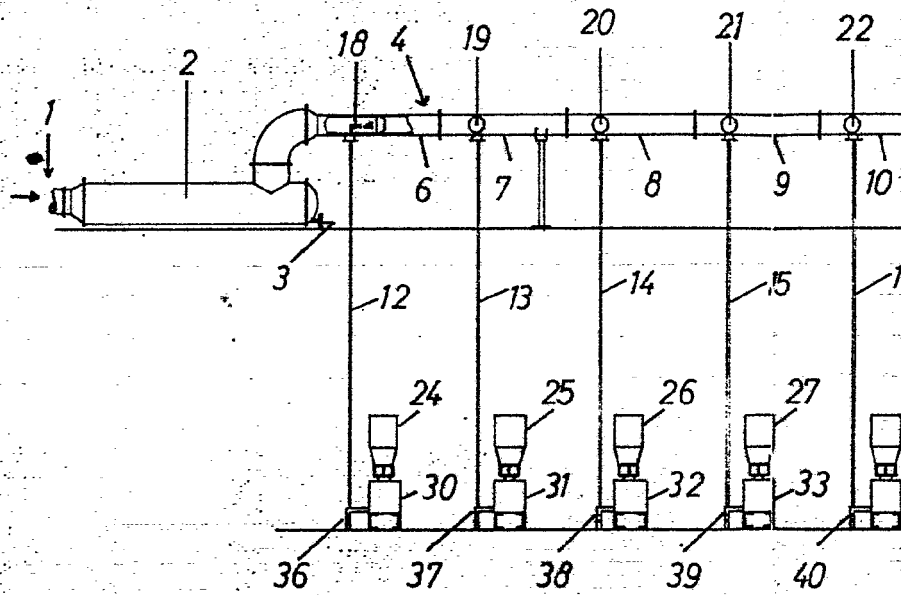


FIG. 1

112-382

Masfía  
 LOPEZ PINTO Y RODRIGUEZ  
 Ingenieros de Camión Ferrol



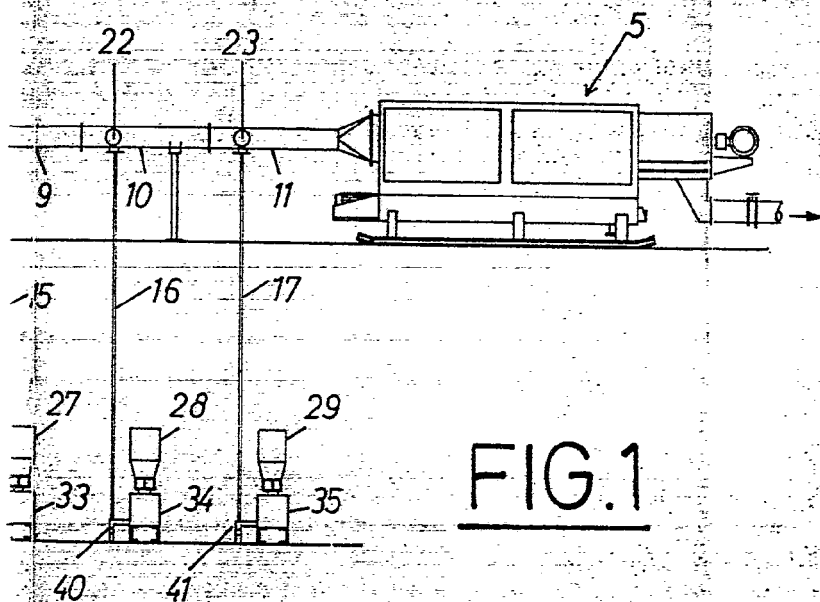


FIG.1

ESCALA  
VARIABLE

H/2-392

Madrid - 0  
GOMEZ AGUIRRE Y MORA  
Ingenieros de Firmador La Unión Foralada

POOR  
QUALITY

ESCALA  
VALORABLE

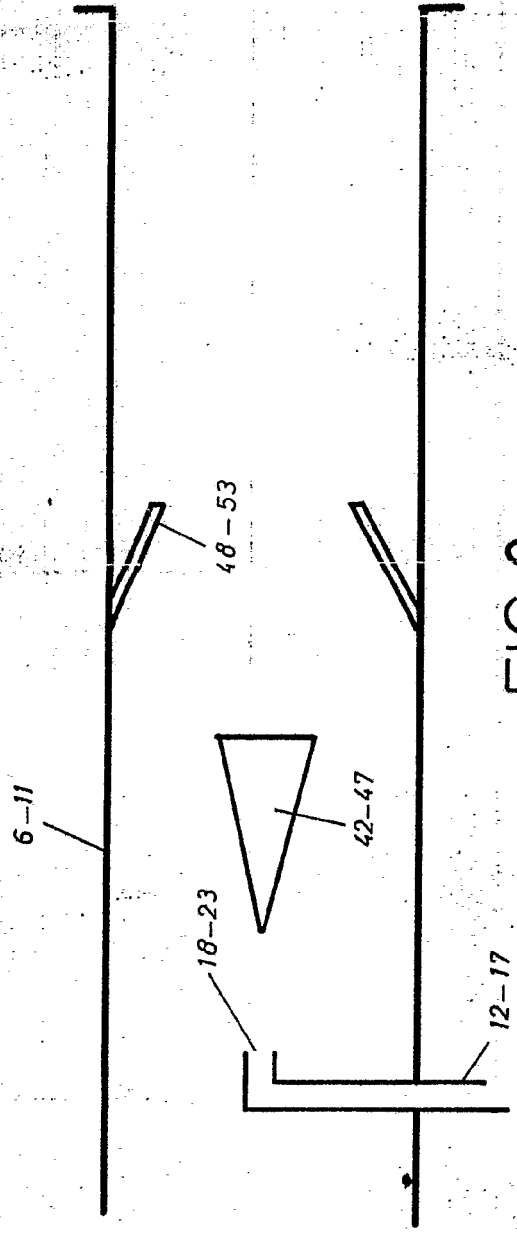


FIG.2

POOR  
QUALITY

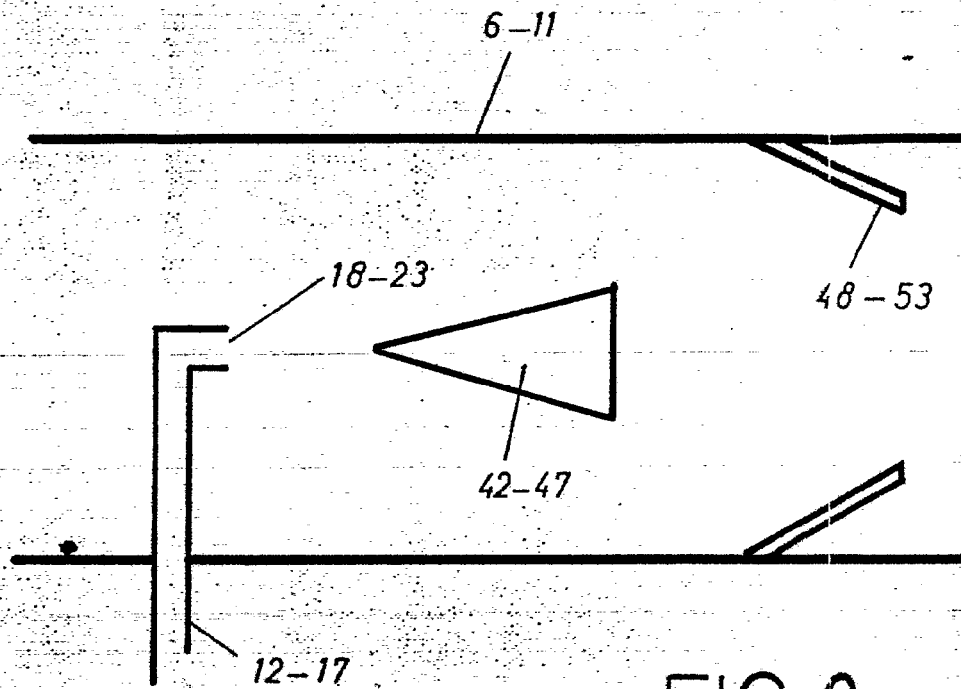
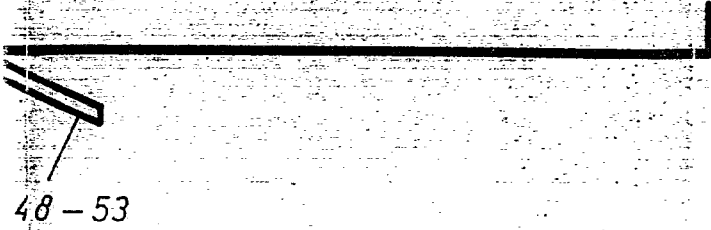
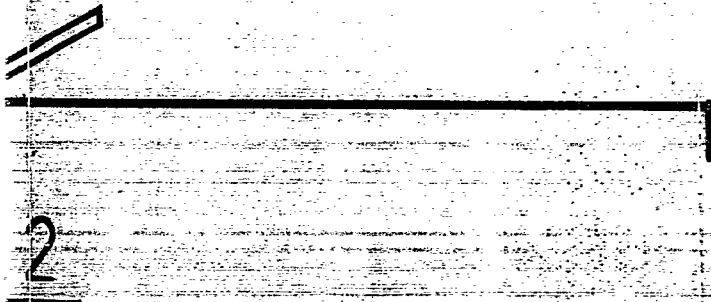


FIG. 2



ESCALA  
VARIABLE



#12-382

Módulo 376

*Propuesta*

**POOR  
QUALITY**

ESCALA VARIABLE

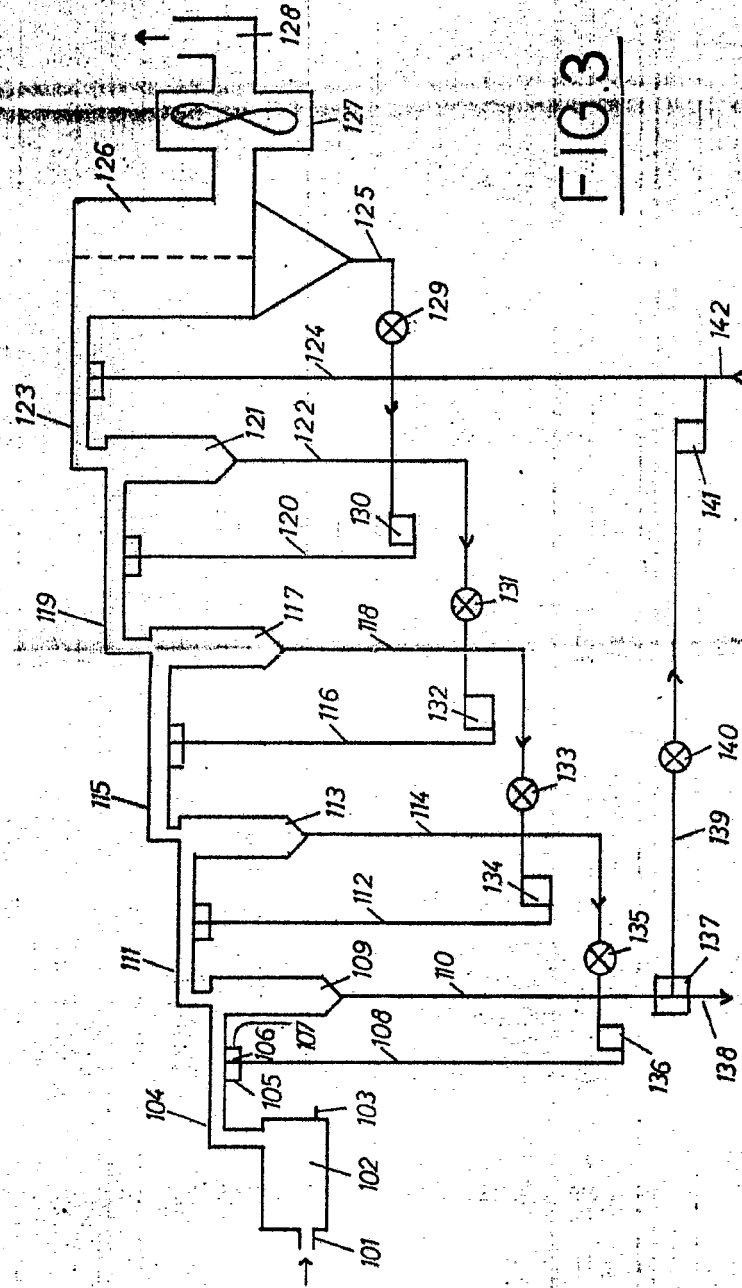


FIG 3

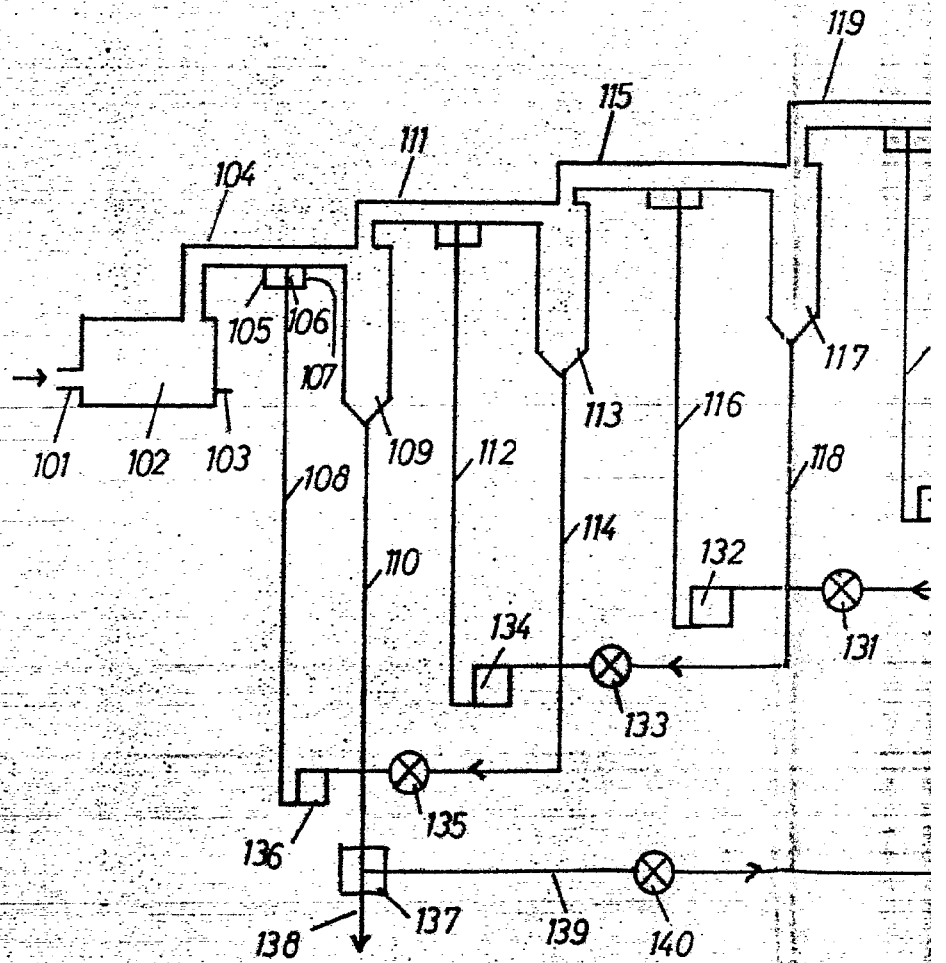
444-375

Madrid

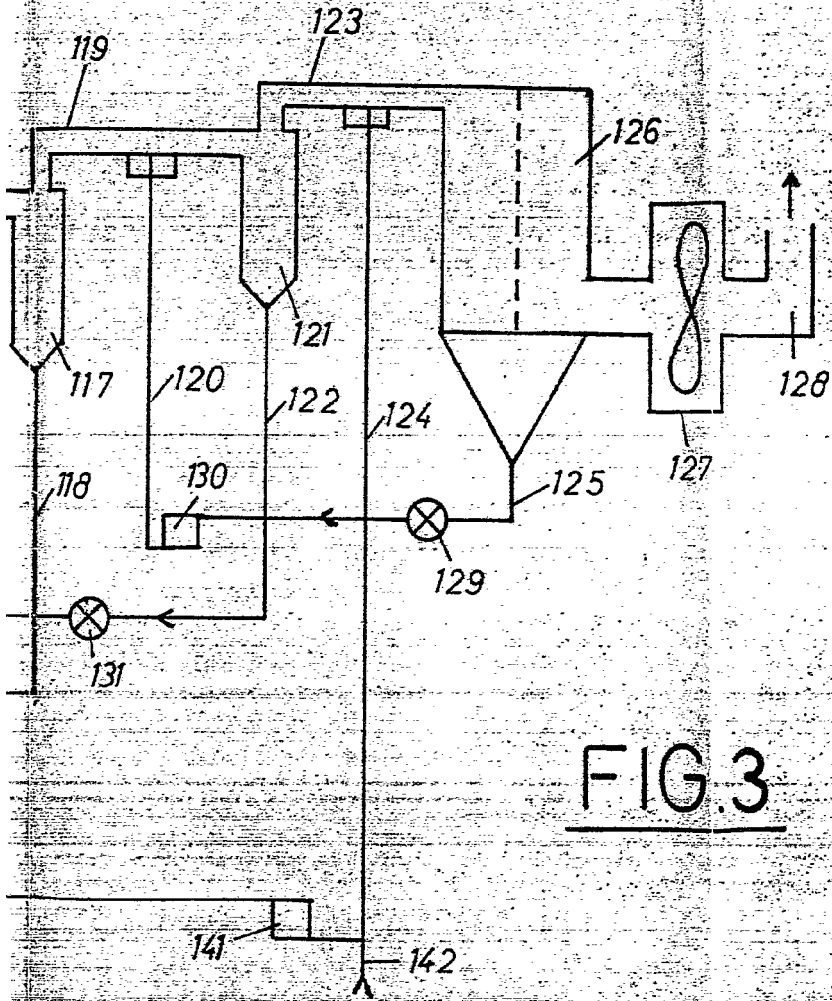
BENÉZ, ALLEN Y HUNTER

Ingenieros

POOR QUALITY



**POOR  
QUALITY**



ESCALA  
VARIABLE

FIG. 3

412-322

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MOJER  
C/ de Filadelfo L. Gato

POOR  
QUALITY

ESCALA  
VARIABLE

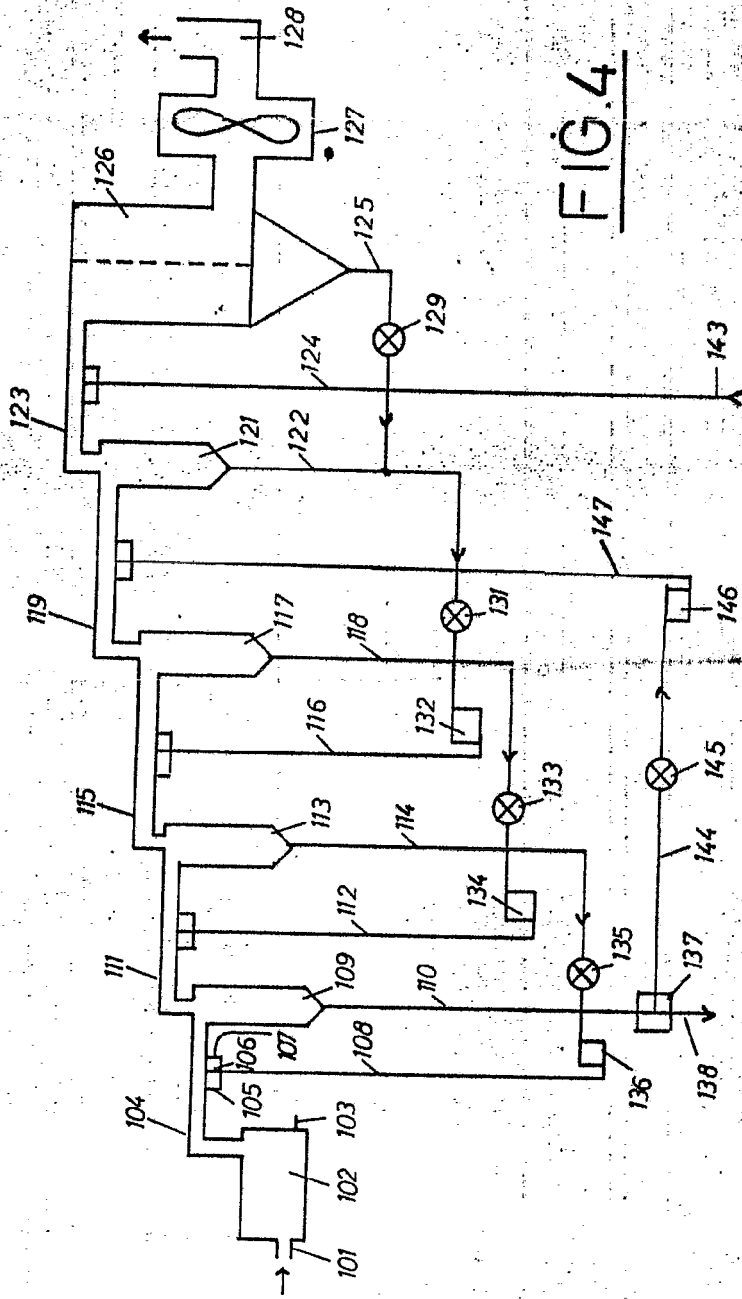
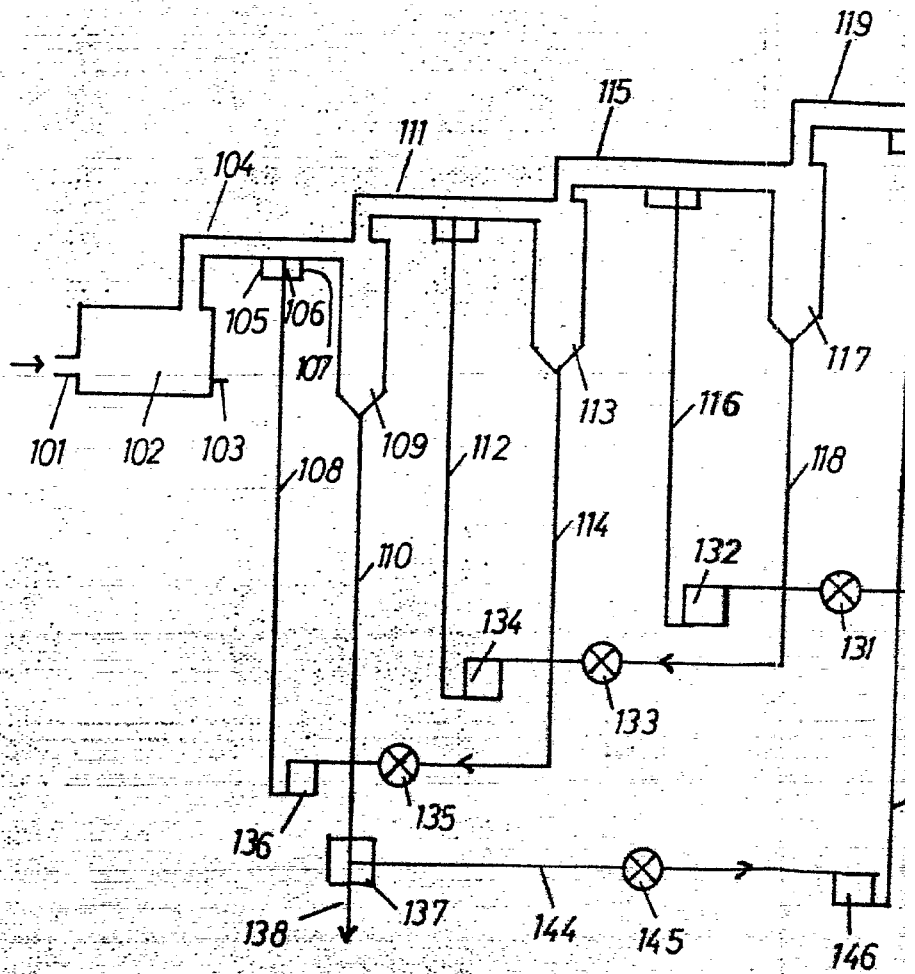
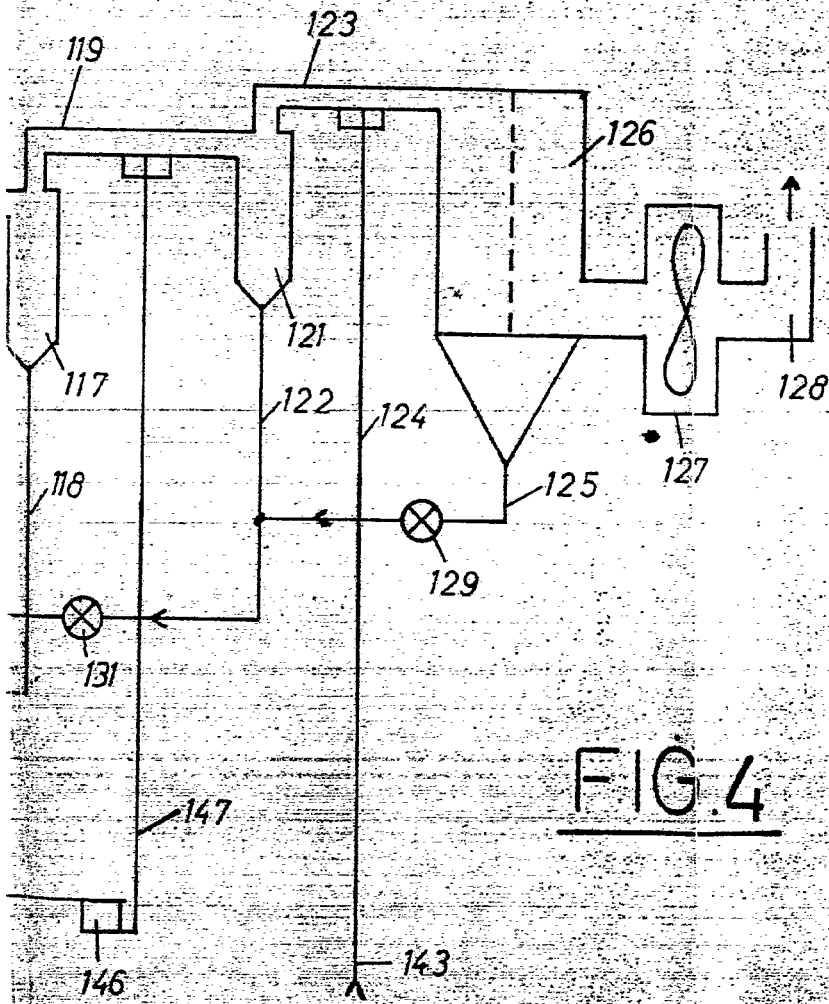


FIG. 4



**POOR  
QUALITY**



ESPECIAL  
VARIABLE

FIG. 4

412-384

MECH - 57 - 126

ESTRUC. ACCION Y PUNTA  
Por el Director General  
*[Signature]*

**POOR  
QUALITY**

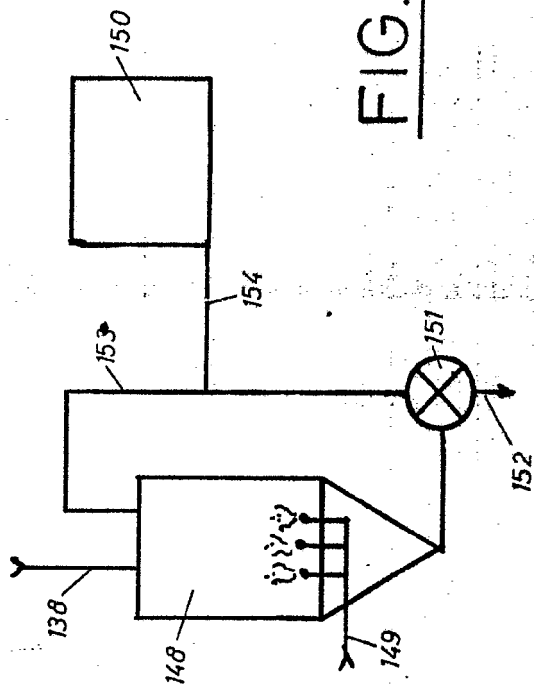
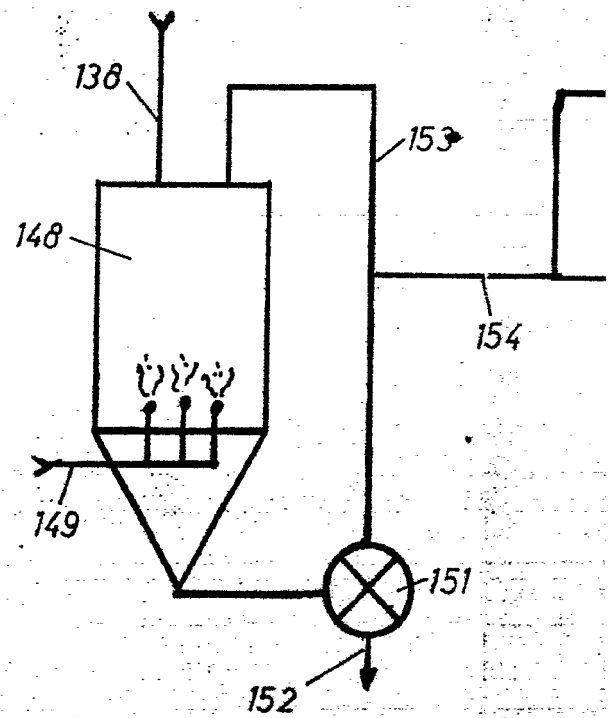


FIG. 5





150

154

FIG. 5

51

ESCA  
VARI

112-333

Model

Model

Model

*Comptons*

**POOR  
QUALITY**