



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 947**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/34** (2006.01)

**B01D 53/50** (2006.01)

**B01D 53/30** (2006.01)

**B01D 53/68** (2006.01)

**B01D 53/83** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06116577 .5**

96 Fecha de presentación : **04.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1875953**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54

Título: **Procedimiento y sistema para la separación de contaminantes gaseosos de unos gases calientes de procesos.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.06.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.06.2011**

73

Titular/es: **ALSTOM TECHNOLOGY Ltd.**  
**Brown Boveri Strasse 7**  
**5401 Baden, CH**

72

Inventor/es: **Åhman, Stefan**

74

Agente: **Cobo de la Torre, María Victoria**

**ES 2 360 947 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCION

Procedimiento y sistema para la separación de contaminantes gaseosos de unos gases calientes de procesos.

5 **Campo de aplicación**

(0001) La presente invención se refiere a un procedimiento para la separación de contaminantes gaseosos – como, por ejemplo, el ácido clorhídrico y el dióxido sulfuroso – de unos gases calientes de procesos, procedimiento éste en el que los gases de procesos son transportados hacia un sistema depurador de gases, que comprende un reactor de contacto en el cual los gases de procesos son mezclados con un material de partículas absorbentes, y esto de tal manera que el referido material de las partículas absorbentes pueda entrar en reacción con el ácido clorhídrico, como asimismo comprende este sistema un separador de polvo en el que el material de las partículas absorbentes es retenido, y según este procedimiento resulta que del separador de polvo salen los gases depurados de los procesos.

(0002) La presente invención se refiere también a un sistema depurador de gases para separar los contaminantes gaseosos de los gases calientes de procesos.

20 **Fundamentos de la invención**

(0003) Para separar los contaminantes gaseosos – como, por ejemplo, el ácido clorhídrico y el dióxido sulfuroso – de los gases calientes de procesos como, por ejemplo, los gases de escape de una planta de energía con combustión de carbón o de fuel-oil o de una planta incineradora de desperdicios, es aplicado con frecuencia un procedimiento según el cual en los gases del proceso es introducido un material de partículas absorbentes con contenido en cal viva para entrar en reacción con los contaminantes gaseosos. Al reaccionar el material de partículas absorbentes con los contaminantes gaseosos, éstos últimos son convertidos – física o químicamente – en polvo que luego es separado a través de un filtro. La Patente Internacional Núm. WO 96/16722, por ejemplo, revela un procedimiento según el cual un polvo con contenido en cal viva es mezclado con agua dentro de un mezclador para luego ser introducido en un reactor de contacto con el fin de entrar en reacción con los contaminantes gaseosos de un gas de escape. A continuación, el polvo formado por esta reacción es separado dentro de un filtro y el mismo es puesto en recirculación hacia el mezclador para ser mezclado con agua así como para ser introducido otra vez en el reactor de contacto.

(0004) La eficiencia en la separación de los contaminantes gaseosos del gas de escape está siendo regulada por medio del control de la adición de agua al mezclador. Sin embargo, al trabajar con un sistema depurador de gas de acuerdo con los conocimientos de la Patente Internacional Núm. WO 96/16722, la máxima eficiencia de eliminación con respecto al ácido clorhídrico (HCl) está limitada por el hecho de que el polvo, que circula dentro del sistema de depuración de gases, se vuelve pegajoso si al mezclador es añadida una gran cantidad de agua.

(0005) La Patente Internacional Núm. WO 97/22403 revela un procedimiento para controlar un sistema de depuración de gases de escape. Es medida la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape. Al incrementarse la concentración del HCl, también aumenta temporalmente la humedad relativa HR a través del incremento en la dosificación de agua para una torre de refrigeración.

45 **Resumen de la invención**

(0006) Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para controlar la separación de contaminantes de los gases calientes de procesos dentro de un sistema depurador de gases, y este procedimiento ha de ser más eficiente – en relación con la eliminación del ácido clorhídrico – que los procedimientos revelados según los conocimientos del anterior estado de la técnica.

(0007) Este objeto es conseguido por medio de un procedimiento para la separación de los contaminantes gaseosos – como, por ejemplo, el ácido clorhídrico y el dióxido sulfuroso – de unos gases calientes de procesos como, por ejemplo, de los gases de escape, y según este procedimiento es así que los gases de procesos son transportados hacia un sistema de depuración de gases que comprende un reactor de contacto en el cual los gases de procesos son mezclados con un material de partículas absorbentes, y esto de tal modo que el material de partículas absorbentes pueda entrar en reacción con el ácido clorhídrico, como asimismo comprende este sistema depurador un separador de polvo en el cual es retenido el material de partículas absorbentes, y según este procedimiento resulta que los gases depurados del proceso salen del separador de polvo, quedando este procedimiento caracterizado por:

- La medición de la concentración en ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso;
  - La medición de la humedad relativa que influye en las propiedades de manipulación del material de partículas absorbentes dentro del sistema de depuración de gases; así como
- caracterizado por
- Un control – en respuesta a la medida concentración en ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso así como en respuesta a la medida humedad relativa – de por lo menos un parámetro de operación, y esto de tal manera que la concentración en ácido clorhídrico dentro de los depurados gases del proceso pueda ser ajustada en relación con un valor de referencia para el ácido clorhídrico y que, al mismo tiempo, la mencionada

humedad relativa pueda ser ajustada con respecto a un valor de referencia para la humedad relativa y, en este caso, el referido parámetro de operación comprende una temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico.

5 (0008) Una ventaja del procedimiento según la presente invención consiste en el hecho de que la concentración en ácido clorhídrico dentro de los depurados gases del proceso puede ser controlada eficientemente en cuanto a unos niveles muy bajos, y esto sin acarrear problemas en la manipulación del polvo, los cuales son originados por un polvo pegajoso.

10 (0009) De acuerdo con una preferida forma para la realización del procedimiento de la presente invención es así que por lo menos un parámetro de operación comprende tanto la temperatura, que influye en la reacción entre el referido material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico; como asimismo comprende este parámetro la cantidad del material de las partículas absorbentes que son transportadas hacia el reactor de contacto, y este procedimiento comprende, además, un paso para determinar si también ha de ser controlada – previo a llevar a efecto el referido paso de control de por lo menos un parámetro de operación – la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes que ha de ser transportado hacia el reactor de contacto. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que puede ser reducido el consumo en energía, en agua, en el material absorbente fresco, etc., por ser determinado el control de aquél parámetro de la operación el que, en una situación dada, proporcione las mejores condiciones para el funcionamiento. Por consiguiente, puede ser determinado controlar uno de los dos mencionados parámetros de operación o bien los dos parámetros.

20 (0010) Según otra preferida forma para la realización de la presente invención resulta que la referida temperatura, que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico, es controlada dentro de por lo menos una fase de cómo mínimo dos fases, es decir, una primera y una segunda fase. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que el control de la temperatura puede ser llevado a efecto con una mayor precisión. A través de un tal control de distintas maneras dentro de las referidas fases primera y segunda también será posible alterar la forma en la cual la temperatura ha de ser controlada en función de unos datos actuales como, por ejemplo, de la humedad relativa dentro del sistema depurador de gases.

30 (0011) Con una mayor preferencia, sin embargo, es así que el procedimiento de la presente invención comprende, además, el paso de determinar en cual de las referidas y por lo menos dos fases, la primera y la segunda fase, ha de ser controlada – previo a llevar a efecto el mencionado paso de control de por lo menos un parámetro de operación – la referida temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que el consumo en energía, en agua, etc., puede ser reducido por determinarse el control de aquella fase que proporcione las mejores condiciones de funcionamiento en una situación dada. Según puede ser aquí apreciado, se puede determinar controlar o una o dos o bien más fases que estén previstas para el control de la referida temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico.

40 (0012) De acuerdo con otra preferida forma para la realización de la presente invención es así que por lo menos una de las referidas y como mínimo dos fases, una primera y una segunda fase, incluye el control de la cantidad de un gas diluyente que está siendo añadido a los mencionados gases calientes del proceso, previo a que estos gases calientes entren en el reactor de contacto, y este gas diluyente tiene una temperatura que es inferior a la temperatura de los gases calientes del proceso. La adición de un gas diluyente de una temperatura más baja a los gases calientes del proceso surte el efecto de un más eficiente enfriamiento de los gases calientes del proceso, sin que por ello sea incrementado necesariamente la humedad relativa dentro del sistema depurador de gases. De acuerdo con los descubrimientos de la presente invención, la temperatura más baja de los gases del proceso tiene por efecto una incrementada eficiencia en la eliminación del ácido clorhídrico.

50 (0013) Según otra preferida forma para la realización de la presente invención resulta que la referida primera fase comprende que la adición del mencionado gas diluyente a los referidos gases calientes del proceso será efectuada de tal modo que sea formada una mezcla de gas, mientras que la mencionada segunda fase comprende la regulación de la temperatura de la referida mezcla de gas a través de un enfriamiento evaporativo por medio de agua. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que la misma comprende dos fases distintas en las cuales es ajustada la temperatura de los gases calientes del proceso. Debido al hecho de que la segunda de las fases comprende la adición de agua a los gases del proceso y, por consiguiente, la misma hace incrementar la humedad relativa de estos gases, mientras que la primera fase comprende la dilución de los gases del proceso a través del gas diluyente, resulta que la temperatura puede ser controlada – en cada ocasión específica y por medio del control de las fases primera y segunda – con el fin de conseguir, en relación con los costos, el más eficiente control de la temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico, sin por ello encontrarse con los problemas de un polvo pegajoso.

65 (0014) De acuerdo con todavía otra forma para la realización de la presente invención es así que la referida primera fase comprende la regulación de la temperatura de los mencionados gases calientes del proceso a través de un enfriamiento no-evaporativo y por medio de agua con el fin de obtener unos enfriados gases del proceso, mientras que la referida segunda fase comprende la adición del mencionado gas diluyente a los mencionados gases enfriados del proceso. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que un tal sistema depurador de gases puede funcionar ahora sin ningún enfriamiento por evaporación. Por el hecho de ser evitado un enfriamiento

evaporativo pueden ser reducidos los costos de construcción, como asimismo se reduce el riesgo de que en un dispositivo se pueda producir un atascamiento con el polvo como, por ejemplo, dentro del mezclador que es empleado para transportar el material de las partículas absorbentes. Gracias al hecho de que la primera fase comprende un enfriamiento no-evaporativo de los gases calientes del proceso, lo cual hace aumentar la humedad relativa de los mismos, mientras que la segunda fase comprende la dilución de los enfriados gases del proceso por medio de un gas diluyente, la temperatura puede ser controlada – en cada ocasión específica así como por medio del control de las referidas fases primera y segunda – para así conseguir, en cuanto a los costos, el control más eficiente de la temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico, sin por ello encontrarse con los problemas de un polvo pegajoso.

(0015) Con una mayor preferencia es así que el gas diluyente queda constituido por el aire ambiental. El aire ambiental está disponible en grandes cantidades así como a un reducido costo. Además, el aire ambiental es normalmente de una baja temperatura, con frecuencia dentro de la gama de 0 hasta 20 grados C., y el mismo tiene frecuentemente un bajo contenido en humedad absoluta. Por consiguiente, un flujo relativamente bajo del aire ambiental tiene por resultado un importante enfriamiento de los gases calientes del proceso, pero sin añadir mucha humedad a los mismos.

(0016) De acuerdo con todavía otra forma más para la realización de la presente invención resulta que el referido parámetro de operación comprende la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes, que es transportado hacia el reactor de contacto, y esta cantidad del material de partículas absorbentes, al ser el mismo transportado hacia el reactor de contacto, es controlada para encontrarse dentro de la gama de 150 hasta 5.000 grs. por m<sup>3</sup> de los gases del proceso; las referencias para el volumen de gas en m<sup>3</sup> son la temperatura actual así como la presión y el contenido en oxígeno dentro del separador de polvo. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que el control de la cantidad del material de partículas absorbentes – la que está siendo transportada hacia el reactor de contacto y la que controla, de este modo, la relación entre el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico de los gases calientes del proceso – posibilita un control eficiente del sistema de depuración de gases. Si la eficiencia en la eliminación del ácido clorhídrico ha de ser incrementada debido a, por ejemplo, el hecho de que los gases del proceso son temporalmente de una más elevada temperatura así como de una más alta humedad relativa, y hacen así imposible el empleo de otro enfriamiento evaporativo o no-evaporativo incrementando, además, la cantidad del material de partículas absorbentes que es transportado hacia el reactor de contacto, ello constituye una manera eficiente para incrementar la eficiencia en la eliminación del ácido clorhídrico, pero sin por ello aumentar la humedad relativa dentro del sistema de depuración de gases. Un tal incremento en la cantidad del material de las partículas absorbentes tiene por resultado tanto unos más elevados costos de operación, a causa de una caída de presión dentro del reactor de contacto, como asimismo la necesidad de una limpieza más frecuente del separador de polvo y, por consiguiente, y de acuerdo con esta forma de realización de la presente invención, la cantidad del material de partículas absorbentes, que es transportado hacia el reactor de contacto, es reducida tan pronto que se haya determinado que sea suficiente una cantidad más pequeña del material de las partículas absorbentes.

(0017) Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema depurador de gases a través del cual pueda ser conseguida una eliminación más eficiente del ácido clorhídrico de los gases calientes de procesos, pero sin por ello encontrarse con los problemas relacionados con un polvo pegajoso.

(0018) Este objeto es conseguido por medio de un sistema de depuración de gases para la separación de unos contaminantes gaseosos – como, por ejemplo, el ácido clorhídrico y el dióxido sulfuroso – de los gases calientes de procesos como pueden ser, por ejemplo, unos gases de escape, y este sistema depurador comprende un reactor de contacto que es operativo para mezclar los gases calientes de procesos con un material de partículas absorbentes, y esto de tal manera que el material de partículas absorbentes pueda entrar en reacción con el ácido clorhídrico, como asimismo comprende este sistema depurador un separador de polvo que es operativo para retener el material de las partículas absorbentes, siendo este separador de polvo empleado para la descarga de los depurados gases del proceso, y este sistema depurador está caracterizado, además, por comprender:

- Un dispositivo de medición del ácido clorhídrico el cual es operativo con la finalidad de medir la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso;

- Un dispositivo de medición de humedad que es operativo con la finalidad de medir la humedad relativa que influye en las propiedades de manipulación del material de partículas absorbentes dentro del sistema de depuración de gases;

- Un sistema de control que es operativo con la finalidad de controlar por lo menos un parámetro de operación que ha de ser controlado a los efectos de regular la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso, en relación con un valor de referencia para el ácido clorhídrico, y este referido parámetro de operación comprende la temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico; como asimismo comprende este sistema depurador;

- Por lo menos un dispositivo de control que es operativo con la finalidad de controlar – según haya sido determinado por el sistema de control en respuesta a las mediciones efectuadas por el dispositivo medidor del ácido clorhídrico así como por el dispositivo medidor de humedad – por lo menos la referida temperatura, que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico, y esto de tal modo que la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso pueda ser ajustada con respecto al valor de referencia del ácido clorhídrico y que, al mismo tiempo, la referida humedad relativa pueda ser ajustada a un correspondiente valor de referencia para la humedad.

(0019) Una ventaja del sistema de depuración de gases según la presente invención consiste en el hecho de que este sistema depurador de gases es operativo para controlar de una manera eficiente la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases del proceso y a unos niveles muy reducidos así como sin acarrear unos problemas relacionados con un polvo pegajoso.

(0020) De acuerdo con una preferida forma para la realización de la presente invención es así que por lo menos el referido dispositivo de control se compone de un primer dispositivo de control y de un segundo dispositivo de control, estando éste último situado corriente abajo – en relación con la dirección de flujo de los gases calientes del proceso – del mencionado primer dispositivo de control, y el referido sistema de control es operativo para controlar tanto el mencionado primer dispositivo de control como el referido segundo dispositivo de control. Una ventaja de esta forma de realización consiste en el hecho de que el sistema de control puede determinar cual o cuales de los dispositivos de control, el primero y el segundo, ha de ser activado o han de ser activados al ser necesario un ajuste en el mencionado parámetro de operación en base a los datos actuales de la humedad relativa, de la temperatura, etc.

(0021) Según otra preferida forma para la realización de la presente invención resulta que el referido dispositivo de control comprende un dispositivo para controlar la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes que es transportado hacia el reactor de contacto. Otra ventaja de esta forma de realización reside en el hecho de que, al emplearse un dispositivo que es operativo para controlar la cantidad del material de partículas absorbentes – que es transportado hacia el reactor de contacto y el mismo controla, por consiguiente, la relación entre el material de las partículas absorbentes y el ácido clorhídrico del proceso – ello hace posible un más eficiente control del sistema de depuración de gases.

(0022) Los demás objetos de la presente invención y los aspectos de la misma pueden ser apreciados en la descripción, relacionada a continuación, así como en las reivindicaciones de la patente.

#### Breve descripción de los planos adjuntos

(0023) La invención, objeto de la presente solicitud, está descrita a continuación con más detalles y con referencia a los planos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra una vista lateral esquematizada que indica un sistema de depuración de gases según una primera forma para la realización de la presente invención;

La Figura 2 indica una vista lateral esquematizada que muestra la manera en la que un sistema de control es operativo para controlar el sistema de depuración de gases, indicado en la Figura 1;

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo que indica el procedimiento según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 4a indica un diagrama que indica la temperatura de reacción así como la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados de un proceso;

La Figura 4b muestra un diagrama que indica la humedad relativa así como la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso;

La Figura 5 indica un diagrama que muestra la temperatura del gas así como la humedad relativa por distintos puntos del sistema depurador de gases según la referida primera forma para la realización de la presente invención;

La Figura 6 muestra la vista lateral esquematizada que indica un sistema de depuración de gases de acuerdo con una segunda forma para la realización de la presente invención;

La Figura 7 indica un diagrama que muestra la temperatura del gas así como la humedad relativa por distintos puntos del sistema depurador de gases según la mencionada segunda forma para la realización de la presente invención;

La Figura 8 muestra la vista lateral esquematizada que indica un sistema de depuración de gases de acuerdo con una tercera forma para la realización de la presente invención; mientras que

La Figura 9 indica un diagrama que muestra la cantidad del material de partículas absorbentes así como la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases depurados del proceso.

#### Descripción de las preferidas formas de realización

(0024) La Figura 1 indica una representación esquematizada de un sistema de depuración de gases 1, visto desde un lado del mismo. Este sistema depurador de gases 1 es empleado para depurar una mezcla de gas 2. La mezcla de gas 2 comprende un polvo como, por ejemplo, las cenizas volátiles y unos contaminantes gaseosos como, por ejemplo, el dióxido sulfuroso y el ácido clorhídrico. El sistema de depuración de gases 1 comprende un reactor de

contacto 4, un separador de polvo en forma de un filtro de tela 6, que también es conocido como carcasa de sacos; como asimismo comprende este sistema depurador un mezclador 8. A través de un conducto 10, la mezcla de gas 2 es transportada hacia el reactor de contacto 4. Este reactor de contacto 4 es operativo para establecer el contacto entre un material de partículas absorbentes – que es reactivo con los contaminantes gaseosos de la mezcla de gas 2 – y la mezcla de gas 2 al objeto de convertir estos contaminantes gaseosos de la mezcla de gas 2 en un polvo que luego puede ser separado. La mezcla de gas 2 es transportada a través del conducto 12 hacia el filtro de tela 6 por cuyo interior el polvo formado, las cenizas volátiles y el resto del material de partículas absorbentes son separados de la mezcla de gas 2. El material de las partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico de la mezcla de gas 2, tanto dentro del reactor de contacto 4 como dentro del filtro de tela 6. Los gases depurados del proceso, los cuales tienen ahora la forma de gases limpios 14, son transportados desde el filtro de tela 6 a través del conducto 16, y los mismos son emitidos hacia la atmósfera a través de una chimenea, que no está indicada en la Figura 1. Este filtro de tela 6 comprende tres tolvas de polvo 18 que recogen el polvo separado, las cenizas volátiles así como el resto del material de partículas absorbentes.

(0025) El polvo separado, las cenizas volátiles así como el resto del material de las partículas absorbentes son transportados hacia un sistema de almacenamiento común para polvo 20. Una parte más pequeña del polvo, de las cenizas volátiles y del resto del material de las partículas absorbentes – que han sido separados dentro del filtro de tela 6 – es descargada desde el sistema depurador de gases 1 a través de la tubería 22. Esta tubería 22 se abre dentro de un descargador rotatorio 24. El material descargado es transportado desde este descargador rotatorio 24 hacia un silo que aquí no está indicado, y este silo es operativo para almacenar el material descargado hasta que este material pueda ser llevado hacia un vertedero.

(0026) La mayor parte del polvo, de las cenizas volátiles y del resto del material de las partículas absorbentes – que han sido recogidos dentro del filtro de tela 6 – es transportada a través de la tubería 26 hacia un mezclador 8. Este mezclador 8 está provisto de una red o tela fluidizante 28. A través de la tubería 30, un aire a presión se hace pasar por debajo de la tela 28 con el fin de fluidizar así el material dentro del mezclador 8.

(0027) El mezclador 8 está equipado con una tubería 32 que está prevista para aportar agua al mezclador 8. Un material absorbente fresco – como, por ejemplo, la cal viva  $\text{CaO}$  o la cal apagada  $\text{Ca(OH)}_2$  – es aportado al mezclador 8 a través de la tubería 34. El agua es añadida al mezclador 8 a través de la tubería 32 con el fin de humedecer el material dentro del mezclador 8 así como con la finalidad de mejorar la velocidad del apagamiento de cualquier cantidad de cal viva  $\text{CaO}$ , contenida en el material absorbente fresco para constituir la cal apagada  $\text{Ca(OH)}_2$ .

(0028) La cantidad del material absorbente fresco, que está siendo aportado a través de la tubería 34, es normalmente controlada con respecto a una determinada relación estequiométrica SR. Esta relación estequiométrica SR indica la cantidad de material absorbente fresco, calculada como moles de iones cálcicos  $\text{Ca}^{2+}$ , que hace falta para entrar en reacción con un mol del dióxido sulfuroso  $\text{SO}_2$  o con dos moles del ácido clorhídrico  $\text{HCl}$ . En el caso ideal, esta relación estequiométrica SR es de 1,0 lo cual significa que cada mol de  $\text{SO}_2$  que entra en el sistema depurador de gases 1, y es eliminado del mismo, corresponde a un mol de  $\text{Ca}^{2+}$  consumido, y que cada mol de  $\text{HCl}$  que entra en el sistema depurador de gases 1, y es eliminado del mismo, corresponde a  $\frac{1}{2}$  mol de  $\text{Ca}^{2+}$  consumido. Los sistemas de depuración de gases, que trabajan según los conocimientos del anterior estado de la técnica, tienen muchas veces una relación estequiométrica SR dentro de la gama de 3, lo cual significa que cada mol de  $\text{SO}_2$  consume 3 moles de  $\text{Ca}^{2+}$  y que cada mol de  $\text{HCl}$  consume 1,5 moles de  $\text{Ca}^{2+}$ , y esto debido al hecho de que no son ideales las condiciones para la reacción. Muy al contrario, al trabajar con el sistema depurador de gases 1 de la presente invención, se ha descubierto que es posible emplear una relación estequiométrica SR de menos de 2, lo cual reduce de una manera sustancial los costos de la operación.

(0029) Por medio de una tubería 36 pueden ser aportados también otros aditivos como, por ejemplo, el carbón activado. El mezclador 8 está dotado de un elemento agitador 38 que es operativo para la finalidad de mezclar íntimamente el material, que el mezclador 8 ha recibido del filtro de tela 6 – es decir, el polvo, las cenizas volátiles así como el resto de las partículas absorbentes – con el referido material absorbente fresco, con el agua ya mencionada así como con los posibles otros aditivos, y esto de tal modo que el material de las partículas absorbentes – que está listo para ser introducido en el reactor de contacto 4 – sea formado por medio del mezclador 8. Una más completa descripción de un mezclador, que puede ser empleado para la presente invención, está indicada en la Patente Internacional Núm. WO 97/37747. El referido material de las partículas absorbentes – el cual ha sido formado por mezclarse el polvo, las cenizas volátiles y el resto del material de partículas absorbentes, todos ellos procedentes del filtro de tela 6, con el material absorbente fresco y con el agua dentro del mezclador 8 – es introducido, como tal material de partículas absorbentes, por la base del reactor de contacto 4 y este material es, por consiguiente, introducido en la mezcla de gas 2 para absorber de ésta última los contaminantes gaseosos. Aquí puede ser apreciado que el material de partículas absorbentes se hace circular muchas veces por el sistema depurador de gases 1. La parte más pequeña del material de partículas absorbentes, que es descargado a través del descargador rotatorio 24, esta parte, pues, sirve para la finalidad de mantener constante la cantidad de material sólido dentro del sistema depurador de gases 1. La mezcla de gas 2 comprende algunas cenizas volátiles y algunos productos de reacción son formados continuamente y son aportados el material absorbente fresco así como algunos aditivos, de tal manera que dentro de este sistema depurador de gases 1 pueda existir un flujo continuo de material sólido. Este flujo continuo de material sólido dentro del sistema depurador de gases 1 queda compensado por la descarga de material sólido a través del descargador rotatorio 24. Por consiguiente, la cantidad de material sólido,

que está presente dentro del sistema depurador de gases 1, es bastante constante durante largo tiempo.

(0030) La Figura 2 muestra un sistema de control en forma de un ordenador de procesos 40 que es operativo para controlar el funcionamiento del sistema de depuración de gases 1. Un primer dispositivo de medición en forma de un analizador de ácido clorhídrico HCl 42 es operativo para medir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los depurados gases de escape 14 que salen del filtro de tela 6 a través del conducto 16. Un segundo dispositivo de medición en forma de un analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 es operativo para medir la concentración en oxígeno así como la cantidad de vapor de agua dentro de los depurados gases de escape 14 que salen del filtro de tela 6 a través del conducto 16. Por consiguiente, tanto el analizador de HCl 42 como el analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 están previstos para medir las respectivas propiedades del gas dentro del conducto 16, tal como esto puede ser observado en la Figura 2. Una válvula de control 46 se encuentra en comunicación con la tubería 32, y la primera es operativa para controlar la cantidad de agua que por medio de la tubería 32 está siendo aportada al mezclador 8. Un conducto de aire diluyente 48 se comunica con el conducto 10. Este conducto de aire diluyente 48 está ubicado corriente arriba del punto por el cual el mezclador 8 introduce el material de partículas absorbentes en el reactor de contacto 4. El conducto de aire diluyente 48 está dotado de un amortiguador 50. El ordenador de proceso 40 es operativo para controlar el grado de apertura del amortiguador 50, al igual que controla el grado de apertura de la válvula de control 46. Este amortiguador 50 comprende un motor de desplazamiento que en la Figura 2 no está indicado, en aras de una mayor claridad en el dibujo, y este motor facilita el ajuste en el grado de apertura del amortiguador 50. Los gases calientes de los procesos – los que tienen la forma de unos gases de escape concentrados 52 y los cuales son generados durante la incineración de desperdicios como pueden ser, por ejemplo, los residuos sólidos urbanos o los desperdicios industriales, dentro de una planta incineradora de desperdicios, la que aquí no está indicada – son transportados a través del conducto 10, y los mismos son diluidos por medio de un gas diluyente que tiene la forma de un flujo de aire ambiental 54 que está siendo aportado por medio del referido conducto de aire diluyente 48. Un mezclador estático 55 – que está dispuesto dentro del conducto 10, corriente abajo del mencionado conducto de aire diluyente 48 – es empleado para producir una mezcla íntima entre los concentrados gases de escape 52 y el flujo de aire ambiental 54, de tal modo que pueda ser generada la mezcla de gas 2. El flujo de aire ambiental 54 tiene una temperatura que es más baja que la temperatura de los concentrados gases de escape 52 y, por consiguiente, la mezcla de gas 2 tendrá una temperatura que está entre la temperatura de los concentrados gases de escape 52, la que normalmente es de 120 hasta 250 grados C., y la temperatura del flujo de aire ambiental 54, la cual está normalmente dentro de la gama de -20 hasta +35 grados C., más frecuentemente dentro de la gama de 0 hasta 20 grados C. La mezcla de gas 2, que es producida por ser mezclados entre sí los concentrados gases de escape 52 y el flujo de aire ambiental 54, es transportada hacia el reactor de contacto 4, tal como esto ha sido descrito anteriormente en relación con la Figura 1. Por regla general, y tal como esto será descrito con mayor detalle más abajo, la magnitud del flujo de aire ambiental 54 es controlada para así representar un 0 hasta un 30% de la mezcla de gas 2, en relación con la masa de la misma, mientras que el resto de la mezcla de gas 2 – es decir, un 70% hasta un 100% de la mezcla de gas 2, en relación con la masa de la misma – está constituido por los gases de escape concentrados 52.

(0031) De acuerdo con lo anteriormente descrito, el mezclador 8 introduce el humedecido material – como material de las partículas absorbentes - en la mezcla de gas 2 por la parte inferior del reactor de contacto 4. El agua, contenida en el material humedecido, se evaporará rápidamente después de entrar en contacto con la mezcla de gas 2. Por la evaporación del agua queda incrementada la temperatura de la mezcla de gas 2. De este modo, los gases de escape concentrados 52 son enfriados, dentro de una primera fase, a través de la dilución de los concentrados gases de escape 52 mediante el flujo de aire ambiental 54 y luego, dentro de una segunda fase, la mezcla de gas 2, formada de esta manera, es enfriada más por medio de un enfriamiento evaporativo dentro del reactor de contacto 4.

(0032) Un analizador de temperatura en forma de un sensor de temperatura 56 es operativo para medir la temperatura de los gases de escape depurados 14 que salen del filtro de tela 6 a través del conducto 16. Se puede decir que las propiedades de los gases de escape depurados 14 dentro del conducto 16 representan – con respecto a la temperatura, al oxígeno y a la humedad, propiedades éstas que son medidas por medio del sensor de temperatura 56 y por el analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 – las condiciones que rigen dentro de la parte superior del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6. Más allá de la parte superior del reactor de contacto 4 no tiene lugar ningún enfriamiento adicional de la mezcla de gas 2 como tampoco se produce una adición de agua y, por consiguiente, las propiedades medidas por el sensor de temperatura 56 y por el analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 reflejan las condiciones bajo las cuales el ácido clorhídrico entra en reacción con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 así como por el interior del filtro de tela 6.

(0033) Tal como esto será descrito a continuación, se ha descubierto que la emisión de ácido clorhídrico, o sea, de HCl desde el sistema depurador de gases 1, es decir, la concentración del HCl dentro de los depurados gases de escape 14 que salen del sistema depurador de gases 1, depende en gran medida de la temperatura a la cual el material de las partículas absorbentes entra en reacción con el HCl dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6. Por bajarse la temperatura por el interior del reactor de contacto 4 y del filtro de tela 6 puede ser aumentada la eficiencia en la eliminación del HCl. Por lo tanto, podría parecer beneficioso añadir al mezclador 8 la mayor cantidad posible de agua a través de la tubería 32 para así obtener una temperatura más baja dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6. Sin embargo, el hecho de añadir grandes cantidades de agua a

través de la tubería 32 tiene el efecto negativo de incrementar la humedad relativa, RH, dentro de los gases de escape depurados 14. Al sobrepasar la humedad relativa dentro de los gases de escape depurados 14 un 6 hasta un 7%, aproximadamente, se vuelven pegajosos el polvo, las cenizas volátiles así como el material de partículas absorbentes que se encuentran en circulación dentro del reactor de contacto 4, dentro del filtro de tela 6 y dentro del mezclador 8. Debido a ello, no puede ser admitida una humedad relativa de más de un 6 hasta un 7%; teniendo en cuenta que un polvo pegajoso puede originar unos graves problemas de atascamiento, sobre todo dentro del filtro de tela 6 así como dentro del mezclador 8.

(0034) De acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención es así que los concentrados gases de escape 52 son enfriados dentro de una primera fase por el hecho de mezclar los gases de escape concentrados 52 con el flujo de aire ambiental 54, con lo cual se constituye la mezcla de gas 2; esta mezcla de gas 2 es de una temperatura más baja que la temperatura de los gases de escape concentrados 52 y, dentro de una segunda fase, por medio de la adición de agua al mezclador 8 a través de la tubería 32 es efectuado un enfriamiento evaporativo de la mezcla de gas 2 dentro del reactor de contacto 4. Por consiguiente, la referida primera fase es llevada a efecto antes de la segunda fase; es decir, corriente arriba de la mencionada segunda fase. De este modo, el sistema de depuración de gases 1 comprende un primer dispositivo de control en forma de un amortiguador 50 que controla la magnitud del flujo de aire ambiental 54, como asimismo comprende este sistema depurador un segundo dispositivo de control en forma de una válvula 46 que controla la cantidad de agua que al mezclador 8 es añadida a través de la tubería 32. El ordenador de proceso 40 puede controlar cada uno de estos dos dispositivos de control, es decir, el amortiguador 50 y la válvula 46, respectivamente, para así conseguir una temperatura apropiada en relación con la reacción entre el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6. Por consiguiente, el ordenador de procesos 40 puede controlar el amortiguador 50 para abrirlo hasta tal extremo que una conveniente magnitud del flujo de aire ambiental 54 pueda pasar por el conducto de aire diluyente 48 con el fin de diluir los concentrados gases de escape 52. El contenido absoluto de humedad del flujo de aire ambiental 54 es normalmente de cero hasta un 3% volumétrico. El contenido absoluto de humedad de los concentrados gases de escape 52 es, por regla general, de un 10 hasta un 30% por volumen. De este modo, resulta que el contenido absoluto de humedad del flujo de aire ambiental 54 es más reducido que el contenido absoluto de humedad de los concentrados gases de escape 52. Por lo tanto, la dilución de los concentrados gases de escape 52 por medio del flujo de aire ambiental 54 surte el efecto de que la mezcla de gas 2, formada por esta dilución, sea de un más reducido contenido absoluto de humedad que los concentrados gases de escape 52. Debido a este hecho queda más reducido el riesgo de que el polvo se vuelva pegajoso dentro del filtro de tela 6 así como dentro del mezclador 8. Además, la dilución de los concentrados gases de escape 52 por medio del flujo de aire ambiental 54 redundará también en una reducción de la temperatura, teniendo en cuenta que la temperatura del flujo de aire ambiental 54 es normalmente de cero hasta 20 grados C., es decir, la misma es considerablemente inferior a la temperatura de los concentrados gases de escape 52 que tienen normalmente una temperatura de 120 hasta 250 grados C. Como consecuencia, la dilución de los concentrados gases de escape 52 a través del flujo de aire ambiental 54 proporciona una reducción en la temperatura la cual facilita, como ya descrito anteriormente, una mayor eficiencia en la eliminación del ácido clorhídrico HCl. De este modo, la temperatura dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 puede ser bajada hasta un nivel tal que la eliminación del HCl sea más eficiente y sin los problemas que origina un polvo pegajoso.

(0035) La Figura 3 muestra una manera en la que el ordenador de procesos 40, que está indicado en la Figura 2, está operativo para controlar el sistema de depuración de gases 1.

(0036) Dentro de una primera fase, indicada con A en la Figura 3, el analizador de ácido clorhídrico HCl 42, que está indicado en la Figura 2, mide el contenido actual del HCl dentro de los gases de escape depurados 14. Esta información con respecto a la actual concentración del HCl dentro de los gases de escape depurados 14 es transmitida desde el analizador de HCl 42 al ordenador de procesos 40. El analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 mide las concentraciones actuales del oxígeno O<sub>2</sub> así como de la humedad de H<sub>2</sub>O de los gases de escape depurados 14. La información con respecto a la concentración actual del oxígeno y de la humedad de los gases de escape depurados 14 es transmitida desde el analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 al ordenador de procesos 40. La información con respecto a la temperatura actual del gas de escape es transmitida desde el sensor de temperatura 56 al ordenador de procesos 40. En base a la información que el ordenador de procesos 40 ha recibido del analizador de HCl 42, del analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44 así como del sensor de temperatura 56, este ordenador de procesos 40 calcula la concentración actual del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14. De forma preferente, el ordenador de procesos 40 convierte la detectada concentración actual del HCl en una concentración de HCl a unas condiciones normalizadas como, por ejemplo, a una temperatura y a una presión normales, con un gas seco (d.g. = dry gas) así como con el 11% de O<sub>2</sub>. Se ha de reconocer que una conversión de este tipo proporciona una concentración en HCl, en la unidad de HCl/Nm<sup>3</sup> d.g., 11% O<sub>2</sub>, que esta independiente de cualquier dilución, de un enfriamiento evaporativo y de una reducción en la temperatura. A continuación, el ordenador de procesos 40 compara, dentro de la misma unidad, la detectada concentración actual del HCl en los gases de escape depurados 14 con un valor de referencia para el HCl. Este valor de referencia del HCl podría ser un valor que ha sido fijado por las Autoridades de Medio Ambiente o podría ser un valor que está basado en los requisitos del equipo que está situado corriente abajo.

(0037) Dentro de una segunda fase, indicada con B en la Figura 3, el ordenador de procesos 40 calcula la actual humedad relativa de los gases de escape depurados 14. La actual humedad relativa es calculada sobre la base de la actual concentración de humedad en los gases de escape depurados 14, la cual es medida por medio del

analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44, y de la temperatura actual dentro de los gases de escape depurados 14, la cual es medida por medio del sensor de temperatura 56. La calculada humedad relativa actual es comparada con un valor de referencia para la humedad relativa. Este valor de referencia de la humedad relativa es frecuentemente la máxima humedad relativa que puede ser aceptada sin incurrir en los problemas de un polvo pegajoso dentro del filtro de tela 6 así como dentro del mezclador 8.

(0038) Dentro de una tercera fase, indicada con C en la Figura 3, el ordenador de procesos 40 determina si la temperatura, a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, tiene que ser incrementada o ser bajada para la detectada concentración del HCl de los gases de escape depurados 14 con el fin de alcanzar el valor de referencia para el ácido clorhídrico HCl.

(0039) Dentro de una cuarta fase, indicada con D en la Figura 3, el ordenador de procesos 40 remite unas instrucciones a la válvula 46, que controla la aportación de agua al mezclador 8 a través de la tubería 32, así como al amortiguador 50, que controla la magnitud del flujo de aire ambiental 54, y esto con el fin de ajustar la temperatura, a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, de tal manera que la concentración del HCl, detectada dentro de los gases de escape depurados 14, se pueda acercar al valor de referencia para el ácido clorhídrico. En el sistema depurador de gases 1 según la primera forma de realización de la presente invención resulta que la temperatura, a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, puede ser ajustada de tres maneras diferentes. Según la primera manera para ajustar la temperatura, el ordenador de procesos 40 transmite una señal a la válvula 46 para modificar su grado de apertura, de tal modo que un mayor o un menor flujo de agua pueda ser transportado al mezclador 8 a través de la tubería 32, con lo cual se produce un incrementado o bien un más reducido enfriamiento evaporativo de la mezcla de gas 2 dentro del reactor de contacto 4. Según la segunda manera para ajustar la temperatura, el ordenador de procesos 40 transmite una señal al amortiguador 50 para incrementar o para reducir el grado de apertura de éste último. Un mayor grado de apertura del amortiguador 50 tiene por efecto un incremento en la magnitud del flujo de aire ambiental 54 que es conducido a través del conducto de aire diluyente 48. Tal como esto ha sido descrito anteriormente, una incrementada magnitud del flujo de aire ambiental 54 surte el efecto de una reducción, tanto en la temperatura de la mezcla de gas 2 como en la humedad de la misma. Un menor grado en la apertura del amortiguador 50 hace que se reduzca la magnitud del flujo de aire ambiental 54 que pasa a través del conducto de aire diluyente 48. Según lo anteriormente comentado, una menor magnitud del flujo de aire ambiental 54 tendrá por resultado un aumento en la temperatura así como una incrementada humedad de la mezcla de gas 2. Según una tercera manera para ajustar la temperatura es así que el ordenador de procesos 40 transmite unas señales, tanto a la válvula 46 para variar el grado de apertura de la misma con el fin de modificar la cantidad de agua que está siendo aportada al mezclador 8, como asimismo al amortiguador 50 para cambiar el grado de apertura del mismo a los efectos de modificar la magnitud del flujo de aire ambiental 54 que está siendo aportado a través del conducto de aire diluyente 48.

(0040) La elección entre estas tres maneras anteriormente descritas con el fin de cambiar la temperatura está en función de las condiciones del momento. Si, por ejemplo, el amortiguador 50 ya se encuentra cerrado, por lo que la magnitud del flujo de aire ambiental 54 es igual a cero, un ajuste para una mayor temperatura – a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 – tiene que ser efectuado por reducirse el grado de apertura de la válvula 46 que controla la cantidad de agua que a través de la tubería 32 está siendo aportada al mezclador 8. Si, en conformidad con otro ejemplo, la actual humedad relativa está cerca del valor de referencia o incluso por encima del valor de referencia para la humedad relativa, la cantidad de agua, que es añadida al mezclador 8, no puede ser aumentada en este caso y, por consiguiente, se hace necesario efectuar un ajuste para una temperatura más baja – a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 – por medio de un incremento en la magnitud del flujo de aire ambiental 54. Si, de acuerdo con todavía otro ejemplo alternativo, la humedad relativa es un poco inferior al valor de referencia para la humedad relativa, el ordenador de procesos 40 puede pasar las instrucciones a la válvula 46 para aumentar ligeramente la cantidad de agua que a través de la tubería 32 es transportada al mezclador 8, y el mismo puede pasar simultáneamente unas instrucciones al amortiguador 50 para incrementar la magnitud del flujo de aire ambiental 54 con el fin de bajar la temperatura – a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 – a través de un aumento de la dilución de los concentrados gases de escape 52 por medio del flujo de aire ambiental 54 así como por medio de un aumento en el enfriamiento evaporativo de la mezcla de gas 2 que queda formada por una dilución de este tipo.

(0041) Las fases A hasta D, que están representadas en la Figura 3, son repetidas de forma continua y con una frecuencia que es determinada, entre otros condicionantes, por la función de los dispositivos de medición 42, 44 y 56 así como del sistema de control 40. Por regla general, las fases A hasta D deben ser aplicadas con un intervalo entre 1 y 30 segundos.

(0042) Podrá ser apreciado que puede haber situaciones en las que el ordenador de procesos 40 tiene la opción de ajustar la dilución de los concentrados gases de escape 52 por medio del control de un amortiguador 50 o de ajustar el enfriamiento evaporativo de la mezcla de gas 2 a través de un control de la válvula 46; en una tal situación, las dos opciones hacen posible cumplir con el requisito primario de mantener la concentración del ácido clorhídrico HCl

por debajo del valor de referencia del mismo y de mantener la humedad relativa por debajo de su valor de referencia correspondiente. En estas situaciones, el ordenador de procesos 40 podría efectuar los ajustes de este tipo en conformidad con un requisito secundario que puede ser específico para cada planta incineradora de desperdicios. Un tal requisito secundario podría prever mantener al mínimo la dilución del aire o mantener al mínimo el consumo de agua.

### Ejemplo Núm. 1

(0043) A través de un ejemplo no limitador, el funcionamiento del sistema de depuración de gases 1 de la presente invención – tal como el mismo ha sido descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1, 2 y 3 – será explicado a continuación con más detalles. En este ejemplo, las propiedades de los concentrados gases de escape 52 son las siguientes: Temperatura 230 grados C.; humedad relativa 5,5%; concentración del ácido clorhídrico HCl; 1.000 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>. La Tabla 1 indica los datos que han sido calculados, en base a mediciones en los gases de escape depurados 14 dentro de las referidas fases A y B y en cierta ocasión.

Tabla 1. Datos actuales

Propiedad	Unidad	Valor de referencia	Datos actuales
Concentración del HCl dentro de los gases de escape depurados	Mgrs. HCl/Nm <sup>3</sup> d.g. 11%O <sub>2</sub>	< 10*	12
Humedad relativa	%	< 7**	7
Temperatura dentro del reactor de contacto y dentro del filtro de tela	°C	-	150

\* Fijado por las Autoridades de Medio Ambiente  
 \*\* Determinada por los requisitos para impedir un polvo pegajoso

(0044) Con las propiedades indicadas en la Tabla 1, dentro de la referida fase C puede ser determinado si son necesarios unos esfuerzos para reducir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 y si estos esfuerzos han de comprender la reducción de la temperatura a la cual el ácido clorhídrico HCl entra en reacción con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6. A la específica situación, reflejada por la Tabla 1, no es posible añadir más agua al mezclador 8 a causa de la elevada humedad relativa de los gases de escape depurados 14. Conforme a los conocimientos del anterior estado de la técnica, la situación descrita por la Tabla 1 sería atendida por incrementar drásticamente la aportación de un material absorbente fresco, es decir, de CaO, con un aumento en los costos de operación así como con un incremento en la cantidad del producto restante, como resultado de ello. Según los conocimientos de la presente invención, sin embargo, la concentración en ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 está en función de la temperatura a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6.

(0045) La Figura 4a muestra de manera esquematizada los descubrimientos, en los cuales está basada la presente invención, con respecto a la relación entre la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 y la temperatura, estando esta temperatura indicada en la Figura 4a como "T reacción", a la cual entran en reacción entre sí, dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6, el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico. La curva indicada en la Figura 4a es válida para una humedad relativa del 7% dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, y esta humedad relativa y la misma es considerada igual a la humedad relativa de los gases de escape depurados 14, siendo esta temperatura calculada en base a la concentración actual de la humedad dentro de los gases de escape depurados 14, tal como esta concentración es medida por medio del analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44, así como en base a la temperatura actual de los gases de escape depurados 14, la cual es medida por medio del sensor de temperatura 56, según lo anteriormente descrito. Tal como esto puede ser apreciado en la Figura 4a, una temperatura de 150 grados C. dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6, tal como la misma es medida por el sensor de temperatura 56, como anteriormente indicado, corresponde a la medida concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14, según lo indicado en la Tabla 1, es decir, de 12 mgrs. de HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>. Por una reducción en la temperatura, a la cual entran en reacción entre sí el material de las partículas absorbentes y el ácido clorhídrico HCl, a 140 grados C. se puede esperar que la actual concentración del HCl dentro de los gases de escape depurados 14 pueda bajar hasta 9,5 mgrs. de HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>, es decir, hasta por debajo del valor de referencia, según lo indicado en la Figura 4a. La temperatura, a la cual reaccionan entre sí el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 es – basada en la situación con respecto a la actual humedad relativa del 7%, según lo anteriormente descrito en relación con la Tabla 1 – reducida a través de un incremento en el grado de apertura del amortiguador 50, de tal manera que pueda ser aumentada la magnitud del flujo de aire ambiental 54. Esta incrementada apertura del amortiguador 50 tiene por resultado que la temperatura de la mezcla de gas 2 sea bajada de tal modo que la temperatura de los gases de escape depurados 14 se pueda reducir a 140 grados C.

(0046) La Figura 4b indica de forma esquematizada los conocimientos, en los cuales está basada la presente invención, con respecto a la relación entre la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 y la actual humedad relativa; esta actual humedad relativa está indicada en la Figura 4b como "RH reacción", que es la humedad relativa a la cual entran en reacción entre sí el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 4. Según lo descrito

anteriormente, esta actual humedad relativa es calculada en base a la actual concentración de humedad dentro de los gases de escape depurados 14, tal como la misma es medida por medio del analizador combinado del contenido de oxígeno y de humedad 44, así como en base a la temperatura actual dentro de los gases de escape depurados 14, tal como esta temperatura es medida por medio del sensor de temperatura 56. La curva indicada en la Figura 4b es válida para una temperatura de 150 grados C. dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, siendo la misma medida por medio del sensor de temperatura 56, tal como anteriormente comentado. Según puede ser apreciado en la Figura 4b, la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 es de 12,5 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub> a una humedad relativa del 4%. A una humedad relativa del 7%, esta concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 es de 12,0 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>. Por consiguiente, de las Figuras 4a y 4b puede sacarse la conclusión de que la eliminación del ácido clorhídrico depende mucho de la temperatura a la cual entran en reacción entre sí el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 4, y de que la eliminación de este HCl está menos en función de la humedad relativa a la cual el material de las partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6. Tal como esto puede ser apreciado en la Figura 4b, la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 será incrementada más fuertemente a una humedad relativa de menos del 4%. Por lo tanto, la humedad relativa a la cual entran en reacción entre sí el material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6 es controlada de forma preferente para estar dentro de la gama del 4 hasta el 7%, con el fin de conseguir una más eficiente eliminación del ácido clorhídrico y sin encontrarse con los problemas de un polvo pegajoso. Se podrá apreciar que las curvas de las Figuras 4a y 4b pueden ser las específicas para cualquier planta incineradora de desperdicios y que una presentación más exacta de las curvas estará en función del tipo y de la cantidad de cenizas volátiles, del tipo y de la cantidad del material absorbente fresco; de la cantidad de material de partículas absorbentes que es transportado hasta el reactor de contacto 4; de la concentración de ácido clorhídrico dentro de los concentrados gases de escape 52, etc., etc., de cada planta específica. Sin embargo, la relación fundamental entre la concentración del ácido clorhídrico y la temperatura, por un lado, así como la relación fundamental entre la concentración del ácido clorhídrico y la humedad relativa, por el otro lado, al igual que la presentación fundamental de las curvas que reflejan estas relaciones, serán siempre las mismas como las relaciones indicadas en las Figuras 4a y 4b.

(0047) La Figura 5 muestra la manera en la que – según la referida fase D – la temperatura de los concentrados gases de escape 52 está siendo regulada con la finalidad de obtener el requerido incremento en la eficiencia de la eliminación del ácido clorhídrico, tal como esto es necesario en base a lo anteriormente descrito en relación con la Tabla 1 y con la Figura 4a, pero sin actuar en contra de los requisitos con respecto a la humedad relativa. Según la Figura 5, el eje "x" representa la temperatura, indicada como "T [°C]", de los gases indicados en la Figura 2, mientras que el eje "y" representa la correspondiente humedad relativa de estos gases. El cambio de la temperatura está indicado por la curva D1. Según lo indicado en la Figura 5, los concentrados gases de escape 52 tienen, según el ejemplo Núm. 1, una temperatura de 230 grados C., tal como anteriormente descrito, como asimismo tienen estos gases una humedad relativa del 5,5%. En conformidad con el mencionado paso D, anteriormente descrito con referencia a la Figura 3, el ordenador de procesos 40 controla el amortiguador 50 para que éste abra hasta tal extremo que la mezcla de gas 2 – que representa una mezcla entre los concentrados gases de escape 52 y el flujo de aire ambiental 54 – pueda alcanzar tanto una temperatura de 205 grados C. como una humedad relativa del 4%. Las propiedades de la mezcla de gas 2 están indicadas en la Figura 5, de lo cual se puede desprender que la temperatura ha sido aumentada, pero sin ningún aumento en la humedad relativa. Además, el ordenador de procesos 40 también controla, en conformidad con el paso D anteriormente descrito con referencia a la Figura 3, la válvula 46 que, a su vez, controla la adición del agua al mezclador 8, a través de la tubería 32, con el fin de abrir la válvula hasta tal extremo que la mezcla de gas 2 pueda ser enfriada por medio de un enfriamiento evaporativo hasta la requerida temperatura de 140 grados C., es decir, a la temperatura necesaria para efectuar una reacción lo suficientemente eficiente entre el ácido clorhídrico y el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, de acuerdo con lo indicado en la Figura 4a. Tal como esto está indicado en la Figura 5, un enfriamiento evaporativo de este tipo enfría la mezcla de gas 2 desde una temperatura de 205 grados C. a la temperatura de 140 grados C. Al mismo tiempo se incrementa la humedad relativa, debido al enfriamiento evaporativo, desde aproximadamente un 4% hasta el 6,5% y esta humedad relativa está, según lo indicado en la Figura 5, por debajo del valor de referencia del 7% para la humedad relativa. En la Figura 5, las propiedades existentes después de un tal enfriamiento evaporativo están representadas por las propiedades de los gases de escape depurados 14, habida cuenta de que – tal como comentado anteriormente – las condiciones, a las que el ácido clorhídrico entra en reacción con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, son sustancialmente iguales a las propiedades de los gases de escape depurados 14. Por lo tanto, de la Figura 5 puede sacarse la conclusión de que un enfriamiento en dos fases – es decir, dentro de una primera fase y por medio de una dilución de los concentrados gases de escape 52 a través del flujo de aire ambiental 54 y luego, dentro de una segunda fase, por medio de un enfriamiento evaporativo de la mezcla de gas 2, formada de este modo – proporciona un enfriamiento más eficiente a una temperatura, representada por la temperatura de los gases de escape depurados 14, la cual es lo suficientemente baja como para obtener la deseada eliminación del ácido clorhídrico HCl dentro del sistema de depuración de gases 1. En la Figura 5, la curva D2, indicada aquí por una línea de trazos, muestra el efecto del enfriamiento de los concentrados gases de escape 52 a 140 grados C. por medio de un enfriamiento evaporativo solamente. Según lo indicado por la curva D2, este enfriamiento puede producir un gas – que en la Figura 5 está representado por el gas 15 – con una humedad relativa que se encuentra por encima del valor de referencia del 7% para la humedad relativa. Por consiguiente, una reducción en la temperatura a través de un tal enfriamiento evaporativo puede acarrear graves problemas en la

manipulación a causa de un polvo pegajoso.

(0048) Tal como puede ser observado, todos los valores del ácido clorhídrico HCl se indican, tal como anteriormente comentado, en la unidad de "mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>". Una tal unidad – que se basa en una presión, en una temperatura así como en un contenido de oxígeno de referencia fijos – es aplicada para cualquier dilución por medio del aire ambiental, de tal manera que la mejorada eliminación del ácido clorhídrico a causa de una temperatura más baja represente un verdadero perfeccionamiento en la eficiencia de la eliminación del HCl, y no sea un perfeccionamiento ficticio, originado por la dilución como tal.

(0049) De forma contraria a la presente invención, un ejemplo de la cual está representado por la curva D1, indicada en la Figura 5, los conocimientos del estado anterior de la técnica sugerirían un fuerte incremento en la cantidad del material absorbente fresco como, por ejemplo de CaO que a través de la tubería 32 sería pasado al mezclador. Por consiguiente, el sistema de depuración de gases 1 así como el procedimiento para controlar este sistema depurador de gases 1 proporcionan una más eficiente eliminación del ácido clorhídrico, una más baja emisión del ácido clorhídrico así como un menor consumo en material absorbente fresco.

(0050) La Figura 6 muestra una segunda forma para la realización de la presente invención en la configuración del sistema de depuración de gases 100. Aquellas partes componentes del sistema depurador de gases 100, las cuales son de un diseño y de una función similares a las partes componentes del sistema depurador de gases 1 que anteriormente ha sido descrito con referencia a las Figuras 1 y 2, tienen aquí las mismas referencias y no están descritas con más detalles. La principal diferencia entre el sistema depurador de gases 100 y el sistema depurador de gases 1, anteriormente descrito en relación con las Figuras 1 y 2, consiste en el hecho de que el sistema depurador de gases 100 no dispone de ningún dispositivo para aportar agua al mezclador 108 que, prescindiendo de la falta de un dispositivo para la aportación de agua, es de un diseño similar al diseño del mezclador 8, anteriormente descrito con referencia a la Figura 1. Este sistema depurador de gases 100 si comprende un calentador 132 del agua de alimentación. Los concentrados gases de escape 52 entran en este calentador 132 a través de un conducto de entrada 110, y los mismos salen del calentador 132, en la forma de unos concentrados gases de escape enfriados 153, a través del conducto 10. Un agua fría es aportada al calentador 132 a través de la tubería 134. Una válvula de control 146 controla el flujo del agua fría hacia el calentador 132 a través de esta tubería 132. El agua fría se hace pasar por unos tubos dentro del calentador 132, de tal manera que el calor sea transmitido de los concentrados gases de escape 52 al agua fría. De este modo, el agua es calentada para producir el agua caliente que desde el calentador 132 es transportada a través de la tubería 136. Por consiguiente, el enfriamiento de los concentrados gases de escape 52 es llevado a efecto por medio de un enfriamiento indirecto – es decir, no-evaporativo – por el interior del calentador 132 y dentro de una primera fase. El conducto de aire diluyente 48, que está ubicado por el conducto 10 y corriente abajo del calentador 132, efectúa el mismo tipo de enfriamiento por medio de un flujo de aire ambiental 54, cuya magnitud puede ser controlada a través del amortiguador 50, tal como esto ha sido descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1 y 2. De este modo, el enfriamiento de los concentrados gases de escape 52 es llevado a efecto, dentro de una primera fase, por medio del calentador 132 que efectúa un enfriamiento no-evaporativo a través de agua fría y, a continuación, este enfriamiento se realiza, dentro de una segunda fase, por medio de la dilución de los enfriados y concentrados gases de escape 153 a través de un flujo de aire ambiental 54 y de tal manera que quede formada la mezcla 2. El hecho de que al mezclador 108 del sistema depurador de gases 100 no es añadida el agua puede reducir la eficiencia en la eliminación del ácido clorhídrico HCl. Sin embargo, por aumentar la relación de recirculación, de tal modo que el material de partículas absorbentes sea más veces puesta en circulación a través del reactor de contacto 4, el hecho de evitar la adición de agua al mezclador 108 puede quedar compensado. De forma preferente, la circulación del polvo dentro del sistema de depuración de gases 100 ha de ser efectuada tantas veces para que como mínimo 150 grs., preferentemente de 150 hasta 5.000 grs. del material de partículas absorbentes sean transportados desde el mezclador 108 al reactor de contacto 4 por cada m<sup>3</sup> de la mezcla de gas 2 que atraviesa el reactor de contacto 4; es decir, cada m<sup>3</sup> de la mezcla de gas 2 debe entrar en contacto con por lo menos 150 grs., preferentemente con 150 hasta 5.000 grs. del material de partículas absorbentes. En relación con ello, "m<sup>3</sup>" se refiere a las condiciones dentro del filtro de tela 6, es decir, las propiedades que dentro del conducto 16 son medidas en conformidad con lo que anteriormente ha sido descrito en relación con la Figura 2 y, por consiguiente, "m<sup>3</sup>" se refiere al volumen de gas a la temperatura, a la presión así como al contenido de oxígeno actuales que rigen dentro del separador de polvo 6.

(0051) Un ordenador de procesos 140, que está indicado en la Figura 6, es operativo para controlar un primer dispositivo de control, que tiene la configuración de una válvula 146 que controla el transporte de agua fría a través de la tubería 134 hasta el calentador 132, así como para controlar un segundo dispositivo de control que tiene la configuración de un amortiguador 50 que controla la magnitud del flujo de aire ambiental 54, todo esto con el fin de conseguir una temperatura apropiada para la reacción entre el ácido clorhídrico HCl y el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6. El ordenador de procesos 140 regula la temperatura dentro de una primera fase así como dentro de una segunda fase y de la manera siguiente. La concentración actual del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 es medida para ser comparada con el valor de referencia para el HCl, en conformidad con el paso A, descrito anteriormente con referencia a la Figura 3. La actual humedad relativa es medida para ser comparada con el valor de referencia para la humedad relativa, conforme al paso B, anteriormente descrito en relación con la Figura 3. A continuación, el ordenador de procesos 140 determina si la temperatura, a la que el ácido clorhídrico entra en reacción con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, debe ser aumentada o reducida en conformidad con el paso C, anteriormente descrito con referencia a la Figura 3. Dentro de una fase

final D que es similar – aunque no idéntica – a la fase D, anteriormente descrita en relación con la Figura 3, el ordenador de procesos 140 transmite unas señales a la válvula de control 146 así como al amortiguador 50 para que los mismos se abran hasta tal extremo que la temperatura pueda ser ajustada hasta un nivel tal que la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 será mantenida por debajo del valor de referencia para el ácido clorhídrico, así como de tal modo que la humedad relativa pueda permanecer por debajo del valor de referencia para la humedad relativa.

### Ejemplo Núm. 2

(0052) A continuación, el funcionamiento del sistema de depuración de gases 100 de la presente invención, tal como este sistema ha sido comentado anteriormente en relación con la Figura 6, se describe con más detalles a través de un ejemplo no-limitador. Según este ejemplo, las propiedades de los concentrados gases de escape 52 son las mismas como anteriormente descritas en el ejemplo Núm. 1. La Tabla 1, que está indicada en el ejemplo Núm. 1, indica los datos que han sido medidos y calculados en las referidas fases A y B para los respectivos casos del ejemplo Núm. 2. Con las propiedades indicadas en la Tabla 1, dentro de la referida fase C puede ser determinado si son necesarios unos esfuerzos para reducir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 y si estos esfuerzos han de comprender la reducción de la temperatura a la cual entra el ácido clorhídrico HCl en relación con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 así como dentro del filtro de tela 6. A la específica situación, reflejada por la Tabla 1, no es posible aportar más agua fría al calentador 132 a causa de la elevada humedad relativa de los gases de escape depurados 14.

(0053) La Figura 7 indica la temperatura y la humedad relativa de los concentrados gases de escape 52, de los enfriados y concentrados gases de escape 153 así como de los gases de escape depurados 14 del sistema depurador de gases 100 si, tal como esto es deseado para el ejemplo Núm. 2, la temperatura de los concentrados gases de escape 52 ha de ser ajustada en conformidad con el referido paso D y con el fin de conseguir el deseado incremento en la eficiencia de eliminación del ácido clorhídrico HCl, sin actuar en contra de las condiciones en relación con la humedad relativa. El cambio en la temperatura queda reflejado por la curva D3. Tal como indicado en la Figura 7, los concentrados gases de escape 52 tienen en el ejemplo Núm. 2 la temperatura, tal como anteriormente descrita, de 230 grados C. así como una humedad relativa del 5,5%. En conformidad con el referido paso D anteriormente descrito, el ordenador de procesos 140 controla la válvula 146 que, a su vez, controla el transporte del agua fría al calentador 132, a través de la tubería 134, con el fin de abrir la misma hasta tal extremo que los concentrados gases de escape 52 pueden ser enfriados, por medio de un enfriamiento no- evaporativo, a la temperatura de 150 grados C. así como una humedad relativa del 7%, de tal manera que queden formados los concentrados y enfriados gases de escape 153. Además, el ordenador de procesos 140 controla también, conforme al mencionado paso D, el amortiguador 50 para que éste se abra hasta tal extremo que la mezcla de gas – que se compone de los enfriados y concentrados gases de escape 153 así como del aire ambiental 54 – pueda alcanzar la temperatura de 140 grados C. y una humedad relativa de aproximadamente un 6%, es decir, las condiciones requeridas, según lo indicado en las Figuras 4a y 4b, para la reacción entre el ácido clorhídrico HCl y el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6. Podrá ser apreciado que aquí no es añadida agua a la mezcla de gas 2 y que no es efectuado ningún enfriamiento ulterior, por lo que la mezcla de gas 2 y los gases de escape depurados 14 tendrán las mismas propiedades, con excepción, desde luego, de la concentración en el ácido clorhídrico HCl. Las propiedades de los gases de escape depurados 14 están indicadas en la Figura 7, y de la misma se puede desprender que la temperatura ha sido reducida, pero sin actuar en contra de los requisitos en relación con la humedad relativa. Por consiguiente, de la Figura 7 puede sacarse la conclusión de que el enfriamiento en dos fases – es decir, dentro de una primera fase y a través de un enfriamiento no- evaporativo dentro del calentador 132 y, a continuación, dentro de una segunda fase y por medio de la dilución de los concentrados gases de escape enfriados 153 a través de un flujo de aire ambiental 54 – produce un eficiente enfriamiento de los concentrados gases de escape 52 a una temperatura lo suficientemente baja para así conseguir la deseada eliminación del ácido clorhídrico HCl. En la Figura 7, la curva D4 – indicada por una línea de trazos – representa el efecto surtido por enfriarse los concentrados gases de escape 52 a través de solamente un enfriamiento evaporativo. La curva D4 muestra los resultados por incumplir los requisitos en relación con la humedad relativa y, por lo tanto, se pueden presentar los problemas relacionados con un polvo pegajoso.

(0054) La Figura 8 representa una tercera forma para la realización de la presente invención, aquí en la configuración del sistema de depuración de gases 200. Aquellas partes componentes del sistema depurador de gases 200, las cuales son de un diseño y de una función similares a las partes componentes del sistema de depuración de gases 100, que ha sido descrito anteriormente en relación con la Figura 6, tienen aquí las mismas referencias y no están descritas con más detalles. La principal diferencia entre el sistema depurador de gases 200 y el sistema depurador de gases 100, anteriormente descrito con referencia a la Figura 6, consiste en el hecho de que el sistema de depuración de gases 200 no dispone de ningún dispositivo para la dilución de los concentrados gases de escape 52 a través del aire ambiental. Este sistema depurador de gases 200 sí comprende un descargador rotatorio 224 que controla el flujo de las partículas de polvo hacia el mezclador 108 y el mismo controla, por consiguiente, la velocidad a la que el material de las partículas absorbentes está siendo transportado hacia el reactor de contacto 4.

(0055) Un ordenador de procesos 240, que está indicado en la Figura 8, es operativo para controlar el sistema depurador de gases 200 de la siguiente manera. La actual concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los depurados gases de escape 14 es medida para ser comparada con el valor de referencia para el ácido clorhídrico

HCl, de acuerdo con el paso A que anteriormente ha sido descrito en relación con la Figura 3. La actual humedad relativa es medida y comparada con el correspondiente valor de referencia para la humedad relativa, conforme al paso B anteriormente descrito en relación con la Figura 3. A continuación, el ordenador de procesos 240 determina si la temperatura, a la que el ácido clorhídrico entra en reacción con el material de partículas absorbentes dentro del reactor de contacto 4 y dentro del filtro de tela 6, tiene que ser aumentada o reducida, conforme al paso C que anteriormente ha sido descrito con referencia a la Figura 3. En el paso D – que es similar, aunque no idéntico, al paso D, anteriormente descrito en relación con la Figura 3 – el ordenador de procesos 240 transmite una señal a la válvula de control 146, que controla el flujo de agua fría al calentador 132 a través de la tubería 134, para que esta válvula se abra hasta tal extremo que la temperatura de los enfriados gases de escape concentrados 153 pueda ser regulada en tal medida que el nivel de la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 sea mantenido por debajo del valor de referencia para el ácido clorhídrico HCl, así como de tal manera que la humedad relativa pueda quedar por debajo del correspondiente valor de referencia para la humedad relativa. Si en una situación específica no sería posible – por ejemplo, por motivos de la necesidad de mantener la humedad relativa por debajo del valor de referencia para la humedad relativa – reducir la temperatura a un valor lo suficientemente bajo, el ordenador de procesos 240 transmitirá, en este caso, una señal al descargador rotatorio 224, que puede ser controlado para incrementar su velocidad de rotación, de tal modo que sea aumentado el flujo de polvo, de cenizas volátiles así como del restante material de las partículas absorbentes desde el filtro de tela 6 hacia el mezclador 108. Como consecuencia directa de este aumento en la velocidad del regulable descargador rotatorio 224, resulta la cantidad de material de partículas absorbentes, que es generado dentro del mezclador 108 para ser transportado hacia el reactor de contacto 4, es aumentada de tal manera que con los concentrados y enfriados gases de escape 153 dentro del reactor de contacto 153 sea mezclado un mayor flujo del material de las partículas absorbentes. Este incrementado flujo del material de partículas absorbentes desde el mezclador 108 hasta el reactor de contacto 4 compensa el hecho de que la temperatura no puede ser bajada hasta los niveles deseados. Después de que la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los depurados gases de escape 14 haya sido reducida por debajo del valor de referencia para el ácido clorhídrico, la velocidad del regulable descargador rotatorio 224 es ralentizada otra vez, con el fin de reducir la recirculación del polvo. De este modo, el ordenador de procesos 240 del sistema depurador de gases 200 puede determinar el control de solamente un parámetro de operación, es decir, o la temperatura o bien la cantidad del material de partículas absorbentes que es transportado hacia el reactor de contacto 4, o este ordenador puede determinar controlar los dos parámetros de operación, es decir, tanto la temperatura como asimismo la cantidad del material de partículas absorbentes que es aportado al reactor de contacto 4. A través del calentador 132, este sistema de depuración de gases 200 aplica un control de la temperatura, a la que el ácido clorhídrico HCl entra en reacción con el material de partículas absorbentes, y el mismo emplea el control de la cantidad del material de partículas absorbentes, que es transportado hasta el reactor de contacto 4, como una manera para resolver las situaciones en las que no se permite que sea reducida aún más la temperatura de los enfriados y concentrados gases de escape 153, debido a la necesidad de mantener la humedad relativa por debajo del correspondiente valor de referencia para la humedad relativa. El hecho de transportar una excesiva cantidad del material de partículas absorbentes hasta el reactor de contacto 4 tiene por resultado un mayor desgaste del mezclador 108, así como una incrementada caída de presión, lo cual redundará en un aumento de los costos de operación. Por consiguiente, el ordenador de procesos 240 es, en la mayoría de los casos, operativo para regular la velocidad del regulable descargador rotatorio 224 hacia la más baja velocidad posible en relación con los requisitos para conseguir una suficiente eliminación del ácido clorhídrico. Por el otro lado y en algunos casos – como, por ejemplo, en las plantas incineradoras de desperdicios, en las cuales el agua fría representa un recurso muy costoso – el ordenador de procesos 240 puede ser operativo para mantener la cantidad de agua fría, que a través de la tubería 134 es transportada al calentador 132, al más reducido nivel posible con respecto a los requisitos para conseguir una suficiente eliminación del ácido clorhídrico HCl.

### **Ejemplo Núm. 3**

(0056) El funcionamiento del sistema de depuración de gases 200 según la presente invención, tal como el mismo ha sido descrito anteriormente con referencia a la Figura 8, se describe a continuación con más detalles a través de un ejemplo no-limitador. Según este ejemplo, las propiedades de los concentrados gases de escape son las mismas como anteriormente descritas en el ejemplo Núm. 1. La Tabla 1, que ya ha sido presentada en relación con los ejemplos Núms. 1 y 2, indica los datos que en cierta ocasión y para el ejemplo Núm. 3 han sido medidos y calculados en las referidas fases A y B, anteriormente descritas con referencia a la Figura 3. Con las propiedades de la Tabla 1 y dentro de la fase C – que es similar aunque no idéntica a la fase C, descrita con referencia a la Figura 3 – queda determinado que han de ser efectuados unos esfuerzos para reducir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14. El ordenador de procesos 240 determina, además, que la temperatura de los enfriados y concentrados gases de escape 153 ya no puede ser reducida más a través del calentador 132, y esto debido a los requisitos para mantener la humedad relativa por debajo del correspondiente valor de referencia para la humedad relativa.

(0057) La Figura 9 muestra una curva que representa la relación entre la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14, estando esta concentración indicada por el eje "y", y la cantidad del material de partículas absorbentes, en gramos, la que está mezclada con cada  $m^3$  de los gases de escape 153 dentro del reactor de contacto 4, estando esta cantidad representada por el eje "x" del diagrama de la Figura 9. La unidad " $m^3$ " se refiere a la presión, a la temperatura así como al contenido de oxígeno actuales de los enfriados gases de escape concentrados 153 dentro del filtro de tela 6. En la Figura 9 está reflejado el efecto producido por incrementar la cantidad del material de partículas absorbentes desde 200 grs./ $m^3$  a 500 grs./ $m^3$  con la finalidad de

reducir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 desde 12 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub> hasta 9,5 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>, pero sin aumentar la humedad relativa. Después de un aumento en la cantidad del material de partículas absorbentes, que está siendo aportado al reactor de contacto 4, a los 500 grs/m<sup>3</sup>, la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 se reduce a 9,5 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>, mientras que la temperatura de los gases de escape depurados 14 permanece a 150 grados C. y la humedad relativa sigue siendo del 7%.

#### Ejemplo Núm. 4

(0058) Un sistema depurador de gases, que es de un diseño similar al diseño del sistema depurador de gases 1, anteriormente descrito en relación con las Figuras 1 y 2, ha sido ensayado con respecto a la eliminación del ácido clorhídrico HCl. Este sistema depurador de gases ha sido aplicado con dos modos de operación distintos, es decir, en un modo sin dilución así como en un modo con dilución controlada. En el modo sin dilución, el sistema depurador de gases ha sido controlado por regularse la cantidad de agua aportada al mezclador. En el modo de la dilución controlada, la temperatura – que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el material de partículas absorbentes – ha sido controlada, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, dentro de una primera fase así como dentro de una segunda fase: Dentro de la primera fase, la referida temperatura ha sido controlada por medio del control de un flujo de aire ambiental que ha sido mezclado con los concentrados gases de escape para diluir y enfriar los mismos, antes de que los gases de escape entraban en el reactor de contacto. Dentro de una segunda fase, la mencionada temperatura ha sido controlada a través del control de la cantidad de agua que es aportada al mezclador que lleva a efecto la mezcla entre el material de partículas absorbentes con el agua, previo a la introducción del material de partículas absorbentes en el reactor de contacto. Además, según el modo de la controlada dilución, también ha sido controlada la cantidad del material de partículas absorbentes la que por medio del mezclador ha sido transportada al reactor de contacto. El objetivo consistía en mantener al más reducido nivel posible la cantidad del material de partículas absorbentes que ha sido transportado al reactor de contacto. En los dos modos de operación, los concentrados gases de escape tenían una temperatura de 200 grados C.; un contenido en agua H<sub>2</sub>O del 14%; un contenido de oxígeno O<sub>2</sub> del 10% de gas seco (d.g.); y estos gases contenían 650 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> de gas seco; 410 mgrs. de SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> de gas seco; así como aproximadamente 2 grs./Nm<sup>3</sup> de cenizas volátiles. El flujo de aire ambiental, que ha sido empleado en el modo de dilución controlada, tenía una temperatura de 30 grados C. así como un contenido en oxígeno del 21% y el mismo podía ser considerado como seco. El valor de referencia para la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados era de 5 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>. El valor de referencia para la humedad relativa era del 7%. La Tabla 2 indica los datos en los dos referidos modos de operación.

Tabla 2. Datos de operación en un modo sin dilución y en un modo de dilución controlada.

Propiedad	Unidad	Modo sin dilución	Modo de dilución controlada
Gases de escape concentrados	Nm <sup>3</sup> /h	15000	15000
Temperatura de los gases de escape concentrados	°C	200	200
Flujo de aire ambiental	Nm <sup>3</sup> /h	0	4091
Flujo total de gas al reactor de contacto	Nm <sup>3</sup> /h	15000	19091
Temperatura antes del reactor de contacto	°C	200	164
Agua aportada al mezclador	kg/h	436	286
Temperatura de los gases de escape depurados (después del filtro de tela)	°C	142	133
Material de partículas absorbentes transportado al reactor de contacto	kg/h	15000	10000
Material absorbente fresco (CaO)	kg/h	24	24
Estequiometría (SR)	-	1.64	1.64
Humedad relativa de los gases de escape depurados	%	7	7
HCl dentro de los gases de escape depurados	Mg HCl/Nm <sup>3</sup> d.g. 11%O <sub>2</sub>	805	4.0

(0059) Tal como esto puede ser desprendido de la Tabla 2, la adición de un flujo de aire ambiental en el modo de la dilución controlada hace que la temperatura de los gases de escape puede decrecer desde 200 grados C. a 164 grados C., todavía antes del reactor de contacto. Como consecuencia, en el modo de la dilución controlada es más reducida la cantidad de agua que tiene que ser aportada al mezclador 8. La temperatura de los gases de escape depurados – la cual es la temperatura representativa a la que el material de partículas absorbentes entra en reacción con el ácido clorhídrico HCl dentro del reactor de contacto y dentro del filtro de tela – es de 133 grados C. en el modo de dilución controlada, que son 9 grados C. menos que en el modo sin dilución, lo cual representa una mejora importante en la eficiencia de eliminación con respecto al ácido clorhídrico. Gracias a la dilución mediante el aire ambiental, que es seco, la temperatura de 133 grados C. puede ser conseguida sin aumentar de forma significativa la humedad relativa. El efecto de una temperatura tan baja consiste en el hecho de que la emisión del ácido clorhídrico es de solamente 4 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub> en el modo de la dilución controlada, lo cual significa que la emisión ha sido reducida en más del 50% en comparación con el modo sin dilución, y esta emisión se encuentra por debajo del valor de referencia para el ácido clorhídrico. Según el modo sin dilución sería necesario

incrementar la relación estequiométrica (SR) a más de aproximadamente 3 con el fin de estar en condiciones de conseguir una emisión de ácido clorhídrico que estaría por debajo del valor de referencia para el ácido clorhídrico. En la Tabla 2 puede ser apreciado, además, que la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada al reactor de contacto, es de solamente 10.000 kgs/h en el modo de la dilución controlada, lo cual corresponde a aproximadamente 350 grs. por m<sup>3</sup> de los gases del proceso, refiriéndose el volumen de gas en m<sup>3</sup> a la temperatura, a la presión y a la concentración de oxígeno actuales dentro del filtro de tela. Por consiguiente, la Tabla 2 pone claramente de manifiesto que, por aplicarse en el control del sistema depurador de gases el modo de la dilución controlada, se hace posible reducir la emisión del ácido clorhídrico, reducir la cantidad de agua añadida al mezclador 8 así como reducir la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada al reactor de contacto; reducciones éstas que son hasta mayores de las reducciones que serían posibles en el modo sin dilución.

(0060) Puede ser apreciado que dentro del alcance de las reivindicaciones del anexo existe la posibilidad de prever numerosas variantes de las formas de realización anteriormente descritas.

(0061) Anteriormente ha sido indicado que los sistemas de depuración de gases 1, 100 y 200 son empleados para la eliminación del ácido clorhídrico de unos gases calientes de procesos como, por ejemplo, de unos gases de escape. Es evidente que también otros contaminantes – como, por ejemplo, el dióxido sulfuroso, el mercurio, unas cenizas volátiles, etc., etc. – podrán ser eliminados de unos gases calientes de procesos, simultáneamente con la eliminación del ácido clorhídrico. Estos otros contaminantes son, sin embargo, raras veces decisivos para la manera en la que el ordenador de procesos, 40, 140 y 240 controla la operación del sistema depurador de gases 1, 100 y 200, sobre todo no lo son en aquellos casos en los que los gases calientes de procesos 52 proceden de una planta incineradora de desperdicios que quema principalmente los residuos sólidos urbanos. Por consiguiente, el procedimiento de control de la presente invención – el cual está basado en el control de la eliminación del ácido clorhídrico – tendrá por resultado también la eliminación eficiente de otros contaminantes. La presente invención es de una eficiencia especial si la concentración media del ácido clorhídrico dentro de los gases calientes de procesos 52 se encuentra dentro de la gama de 100 hasta 5.000 mgrs. HCl/Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>, y si la concentración media del óxido sulfuroso dentro de los gases calientes de procesos 52 está dentro de la gama de 0 hasta 1.500 mgrs. de SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> d.g.11%O<sub>2</sub>.

(0062) Se ha indicado anteriormente que el separador de polvo tiene la configuración de un filtro de tela 6. Se podrá apreciar, sin embargo, que también otros tipos de separador de polvo como, por ejemplo, unos precipitadores electrostáticos y los ciclones podrán ser empleados sin por ello salirse del alcance de la presente invención. Se podrá apreciar, además, que para el transporte del material de partículas absorbentes hasta el reactor de contacto 4 también puede ser empleado un dispositivo que es distinto al mezclador, 8 y 108, anteriormente descrito. Para ello puede ser empleado, por ejemplo, una tobera de polvo que dispersa el material de las partículas absorbentes por medio de un aire a presión.

(0063) Las Figuras 1 y 2 indican el sistema de depuración de gases 1 en el cual puede ser controlada la cantidad de agua que es aportada al mezclador 8. Además, las Figuras 1, 2 y 6 representan un sistema depurador de gases, 1 y 100, en el cual puede ser controlada la magnitud de un flujo de gas diluyente 54, que es mezclado con los concentrados gases de escape 52. La Figura 8 muestra el sistema de depuración de gases 200 en el cual puede ser controlada la cantidad del material de partículas absorbentes, la que es aportada al reactor de contacto 4. Sin salirse del alcance de la presente invención podrá ser apreciado que también existe la posibilidad de emplear un sistema depurador de gases que aplica un doble control, tanto del flujo de agua hacia el mezclador 8 como de la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada del referido mezclador 8 al mencionado reactor de contacto 4. Por lo tanto, un ordenador de procesos, que controla un tal sistema depurador de gases, tendría la opción de regular el flujo del agua hacia el mezclador 8 y/o la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada hacia el reactor de contacto 4. Además, un sistema de depuración de gases de este tipo podría emplear también el control de la magnitud de un flujo de gas diluyente 54 que diluye los concentrados gases de procesos 52. Por consiguiente, este ordenador de procesos podría estar operativo para controlar en cada momento el respectivo parámetro del proceso, es decir, la temperatura a la que el ácido clorhídrico HCl entra en reacción con el material de partículas absorbentes y/o la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es aportada al reactor de contacto 4; parámetro o parámetros de proceso estos que han de facilitar la mejor opción para la regulación del funcionamiento del sistema de depuración de gases en un momento dado y con respecto a la humedad relativa, etc., etc.

(0064) Anteriormente ha sido indicado que la humedad relativa es medida dentro de los gases de escape depurados 14. Ha de entenderse que, sin salirse de la esencia de la presente invención, también es posible medir en otro lugar la humedad relativa que es relevante con respecto a la necesidad de evitar los problemas relacionados con la manipulación de polvo como, por ejemplo, la adherencia. La humedad relativa podría ser medida, por ejemplo, dentro del filtro de tela 6 o dentro de la parte superior del reactor de contacto 4.

(0065) Con anterioridad se ha indicado que un sistema de depuración de gases 1, 100 y 200 comprende preferentemente dos fases de regulación de la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados. Se comprenderá que para ello también pueden ser empleadas tres o más fases. Por ejemplo, el sistema depurador de gases 1, que anteriormente ha sido comentado en relación con las Figuras 1 y 2, podría estar provisto de un regulable descargador rotatorio 224 del tipo anteriormente descrito con referencia a la Figura 8. Por lo tanto,

5 en un tal sistema de depuración de gases es operativo un ordenador de procesos para controlar la temperatura a través del control de la magnitud del flujo de aire ambiental 54 así como por medio del control del flujo de agua hacia el mezclador 8, a través de la tubería 32, y este ordenador es, además, operativo para controlar la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada hacia el reactor de contacto 4, controlando para ello el regulable descargador rotatorio 224.

10 (0066) Ha sido indicado anteriormente que la determinación de la concentración del ácido clorhídrico dentro de los gases de escape depurados 14 así como de la humedad relativa es efectuada por medio de una medición directa de la respectiva condición dentro de los gases de escape depurados 14. Sin apartarse de la esencia de la presente invención, existe también la posibilidad de medir la concentración del ácido clorhídrico HCl dentro de los gases de escape depurados 14 y/o la humedad relativa de una manera indirecta como, por ejemplo, por medio del cálculo de la esperada concentración del ácido clorhídrico y/o de la esperada humedad relativa en base a una estimación, basada en unas mediciones de las concentraciones del ácido clorhídrico y del vapor de agua dentro de los concentrados gases de escape 52. Es evidente que una medición indirecta de este tipo es de una menor precisión que una medición directa que preferentemente es efectuada dentro del conducto 16, tal como anteriormente descrito.

20 (0067) Con anterioridad se ha indicado, con referencia a las Figuras 6 y 8, que un calentador de agua 132 es empleado para el enfriamiento indirecto, es decir, para un enfriamiento no-evaporativo de los concentrados gases de proceso 52, antes de mezclar estos concentrados gases de proceso 52 dentro del reactor de contacto 4 con el material de partículas absorbentes. Como alternativa a este calentador 132 y sin apartarse de la esencia de la presente invención, también es posible emplear una torre de acondicionamiento en la que el agua es pulverizada directamente al interior de los concentrados gases de proceso 52 para llevar a efecto un enfriamiento evaporativo de los mismos. Además, en relación con la Figura 6 ha sido indicado anteriormente que el flujo de aire ambiental 54, que es aportado a través del conducto de aire diluyente 48, es mezclado con los concentrados gases de escape 52 corriente abajo del calentador 132. Según una forma de realización alternativa es así que este conducto de aire diluyente 48 también puede estar ubicado corriente arriba del calentador 132. Esta última forma de realización tiene, sin embargo, el inconveniente de que el calentador 132 es alimentado con un gas que ya ha sido enfriado parcialmente, lo cual produce una menor recuperación del calor dentro del calentador 132.

## REIVINDICACIONES

1ª.- Procedimiento para la separación de ácido clorhídrico de los gases calientes de procesos (52) como son los gases de escape, en el cual los gases de procesos (52) son aportados a un sistema depurador de gases (1; 100; 200) que comprende un reactor de contacto (4) en el que los gases de procesos (52) son mezclados con un material de partículas absorbentes, de tal manera que este material de partículas absorbentes pueda entrar en reacción con el ácido clorhídrico; como asimismo comprende este sistema depurador de gases un separador de polvo (6) dentro del cual es retenido el material de partículas absorbentes, y según este procedimiento salen del separador de polvo (6) unos gases de escape depurados (14); procedimiento éste que está caracterizado por:

- La medición de la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14);  
 - La medición de la humedad relativa que influye en las propiedades de manipulación del material de partículas absorbentes dentro del sistema depurador de gases (1; 100; 200); y  
 - El control – en respuesta a la medida concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14) así como de la medida humedad relativa – de por lo menos un parámetro de operación, y esto de tal manera que la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14) pueda ser ajustada con respecto a un valor de referencia para el ácido clorhídrico y que, al mismo tiempo, la mencionada humedad relativa pueda ser ajustada con respecto a un valor de referencia para la humedad relativa; en este caso, el referido parámetro de operación cubre una temperatura que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el mencionado material de partículas absorbentes.

2ª.- Procedimiento conforme a la reivindicación 1) en el cual por lo menos un parámetro de operación cubre, a la vez, la temperatura, que influye en la reacción entre el referido material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico, así como la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes que es transportado al reactor de contacto (4); procedimiento éste que comprende, además, la fase de determinar si – previo a la ejecución de la referida fase de controlar por lo menos un parámetro de operación – también ha de ser controlada la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes que es transportado al reactor de contacto (4).

3ª.- Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1) y 2) en el cual la referida temperatura, que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el mencionado material de partículas absorbentes, es regulada dentro de por lo menos una fase de por lo menos dos fases, una primera y una segunda fase.

4ª.- Procedimiento conforme a la reivindicación 3) el cual comprende, además, la fase de determinar dentro de que fase de por lo menos dos fases. Una primera y una segunda fase, ha de ser controlada – previo a la ejecución de la referida fase de controlar por lo menos un parámetro de operación – la mencionada temperatura que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el referido material de partículas absorbentes.

5ª.- Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 3) y 4) en el que por lo menos una fase de las mencionadas por lo menos dos fases, una primera y una segunda fase, ha de cubrir el control de una cantidad de gas diluyente (54), que es añadida a los referidos gases calientes de procesos (52) antes de que estos gases calientes de procesos (52) entren en el reactor de contacto (4), teniendo el mencionado gas diluyente (54) una temperatura que es más baja que la temperatura de los referidos gases calientes de procesos (52).

6ª.- Procedimiento conforme a la reivindicación 5) en el que la mencionada primera fase comprende la adición del referido gas diluyente (54) a los mencionados gases calientes de procesos (52) y de tal manera que quede formada una mezcla de gas (2), mientras que la referida segunda fase comprende la regulación de la temperatura de la mencionada mezcla de gas (2) a través de un enfriamiento evaporativo por medio de agua.

7ª.- Procedimiento conforme a la reivindicación 5) en el que la referida primera fase comprende la regulación de la temperatura de los mencionados gases de procesos (52) a través de un enfriamiento no-evaporativo por medio de agua con el fin de obtener unos enfriados gases de procesos (553), mientras que la referida segunda fase comprende la adición del mencionado gas diluyente (54) a los referidos gases enfriados de procesos (153).

8ª.- Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 5) hasta 7) en el que el referido gas diluyente es el aire ambiental (54).

9ª.- Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriormente mencionada en el cual el referido parámetro de operación se refiere a la cantidad del mencionado material de partículas absorbentes, la cual es transportada hasta el reactor de contacto (4); la referida cantidad del mencionado material de partículas absorbentes, la que es transportada hasta el reactor de contacto (4), está siendo controlada por si la misma se encuentra dentro de la gama de 150 hasta 5.000 grs. por m<sup>3</sup> de los gases de procesos (52), siendo las referencias para el volumen de gas en m<sup>3</sup> la temperatura, la presión así como la concentración de oxígeno actuales dentro del separador de polvo (6).

10ª.- Procedimiento conforme a la reivindicación 9) el cual comprende, además, el control de la referida temperatura, que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el mencionado material de partículas absorbentes, por medio de un enfriamiento no-evaporativo.

11ª.- Sistema de depuración de gases para la separación del ácido clorhídrico de unos gases calientes de procesos

(52) como, por ejemplo, los gases de escape, y este sistema depurador de gases (1; 100; 200) comprende un reactor de contacto (4), que es operativo para mezclar los gases calientes de procesos (52) con un material de partículas absorbentes, de tal manera que este material de partículas absorbentes pueda entrar en reacción con el ácido clorhídrico; como asimismo comprende este sistema depurador de gases un separador de polvo (6) que es operativo para retener el material de partículas absorbentes, y este separador de polvo (6) es también operativo para descargar los depurados gases de procesos (14); sistema éste (1; 100; 200) que está caracterizado porque el mismo comprende, además:

- Un dispositivo de medición (42) para el ácido clorhídrico el cual es operativo para medir la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14);

- Un dispositivo de medición (44) para la humedad el cual es operativo para medir la humedad relativa que influye en las propiedades de manipulación del material de partículas absorbentes dentro del sistema de depuración de gases (1; 100; 200)

- Un sistema de control (40; 140; 240) que es operativo para controlar por lo menos un parámetro de operación que ha de ser controlado con el fin de regular la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14) con respecto a un valor de referencia para el ácido clorhídrico, cubriendo el referido parámetro de operación la temperatura que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el mencionado material de partículas absorbentes; así como con

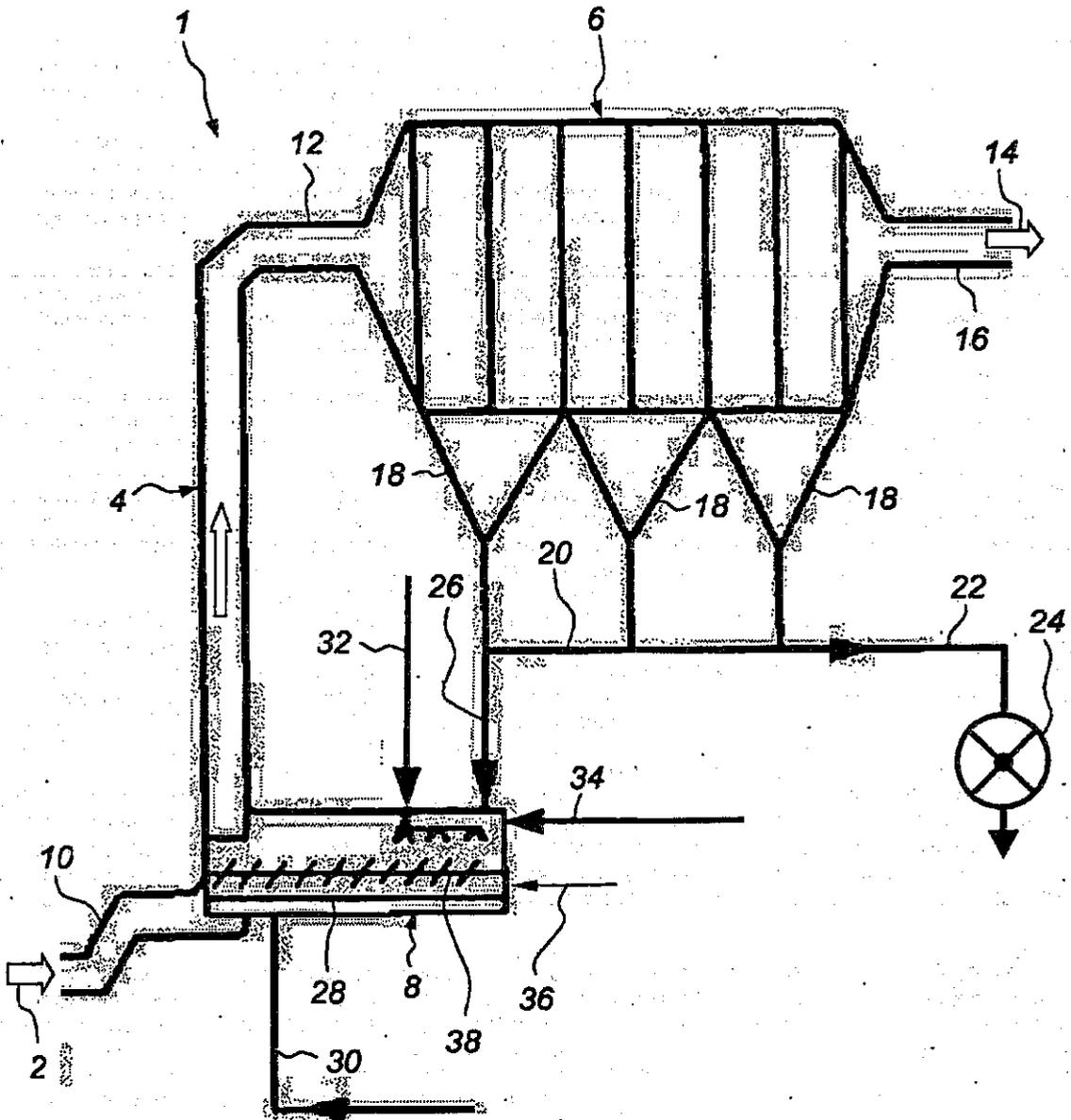
- Por lo menos un dispositivo de control (46, 50; 146, 50; 146, 2.29) que es operativo para efectuar el control – según lo determinado por el sistema de control (40; 140; 240) y en respuesta a las mediciones efectuadas por el dispositivo de medición (42) del ácido clorhídrico así como por el dispositivo de medición (44) de la humedad – de por lo menos la referida temperatura que influye en la reacción entre el ácido clorhídrico y el mencionado material de partículas absorbentes, y esto de tal modo que la concentración del ácido clorhídrico dentro de los depurados gases de procesos (14) pueda ser ajustada con respecto al valor de referencia para el ácido clorhídrico y que, al mismo tiempo, la referida humedad relativa pueda ser ajustada con respecto a un correspondiente valor de referencia para la humedad.

12ª.- Sistema de depuración de gases conforme a la reivindicación 11) en el que el referido dispositivo de control se compone de un primer dispositivo de control (50; 145; 146) y de un segundo dispositivo de control (46; 50; 224), estando este segundo dispositivo de control (46; 50; 224) ubicado corriente abajo – visto con respecto a la dirección de flujo de los gases calientes de procesos (52) – del mencionado primer dispositivo de control (50; 145; 146) del referido sistema de control (40; 140; 240) que es operativo para controlar el mencionado primer dispositivo de control así como el referido segundo dispositivo de control.

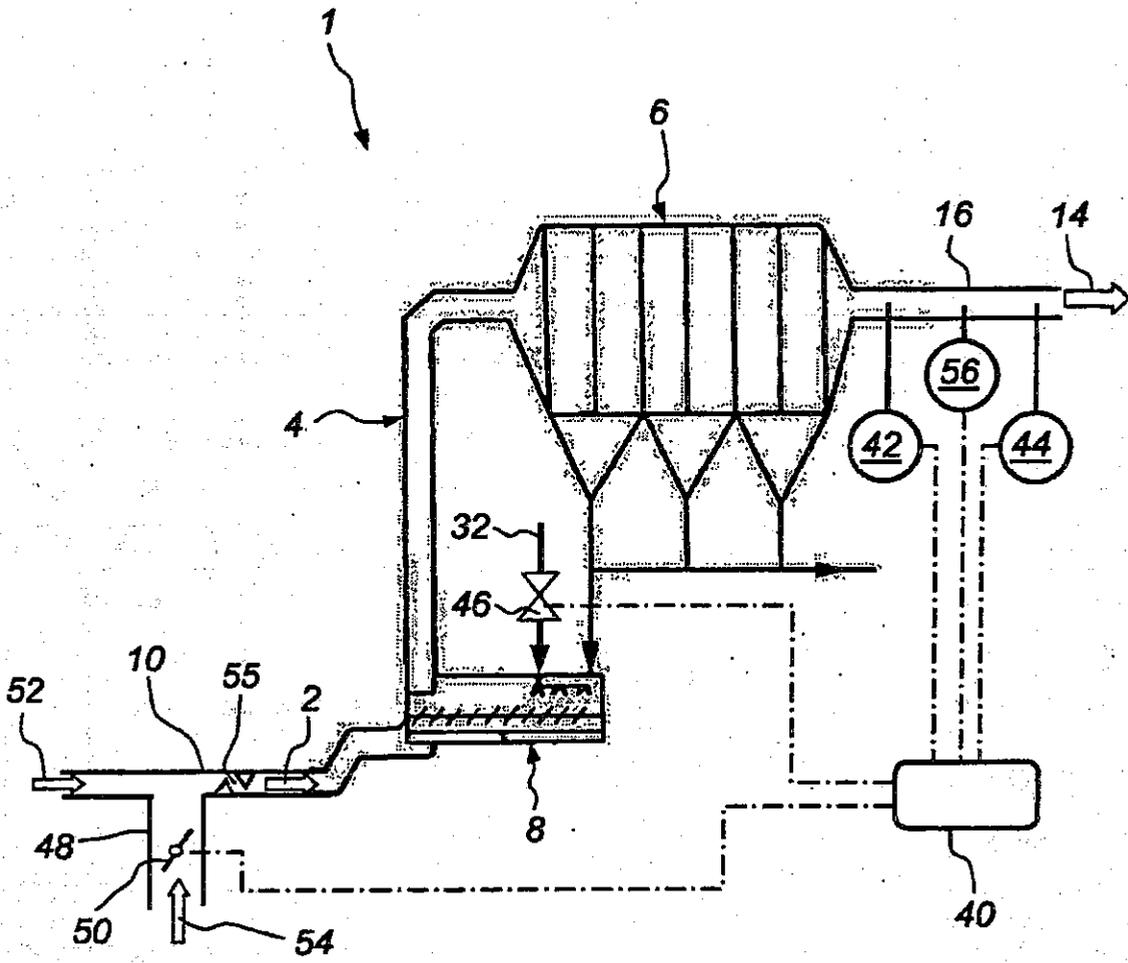
13ª.- Sistema de depuración de gases conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 11) y 12) en el cual el referido dispositivo de control comprende un amortiguador (50) de un conducto de gas diluyente (48) que es operativo para mezclar un gas diluyente (54) con los gases calientes de procesos (52) – teniendo este gas diluyente (54) una temperatura más baja que la temperatura de los mencionados gases calientes de proceso (52) – con el fin de controlar la referida temperatura que influye en la reacción entre el mencionado material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico.

14ª.- Sistema de depuración de gases conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 11) hasta 13) en el cual el referido dispositivo de control comprende un dispositivo (224) para controlar la cantidad del material de partículas absorbentes, la cual es transportada hasta el reactor de contacto (4).

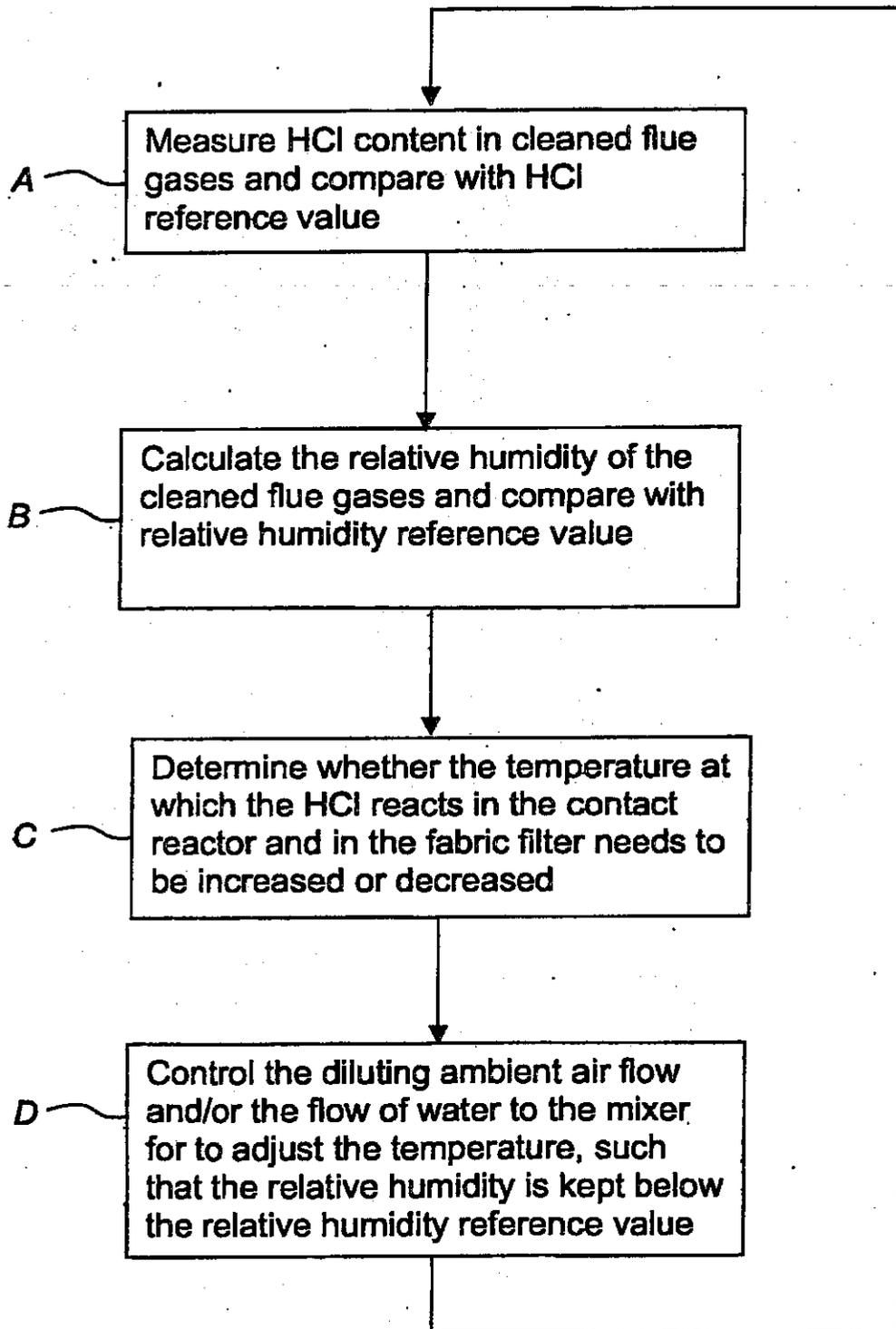
15ª.- Sistema de depuración de gases conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 11) hasta 14) en el cual el mencionado dispositivo de control comprende una válvula de control (46, 146) para controlar la cantidad de agua empleada para el control de la temperatura que influye en la reacción entre el referido material de partículas absorbentes y el ácido clorhídrico.

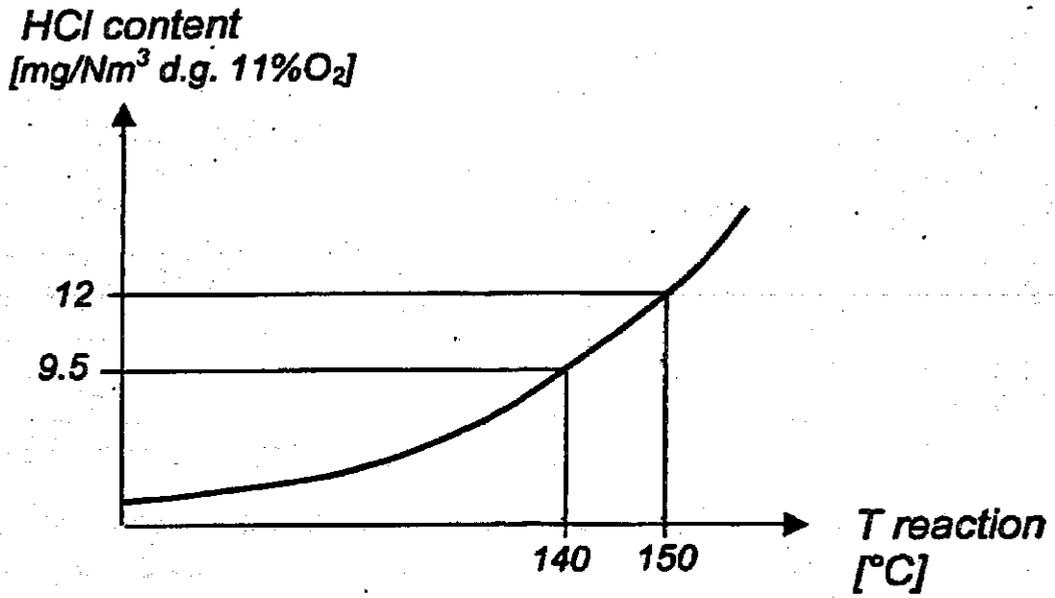


**Fig. 1**

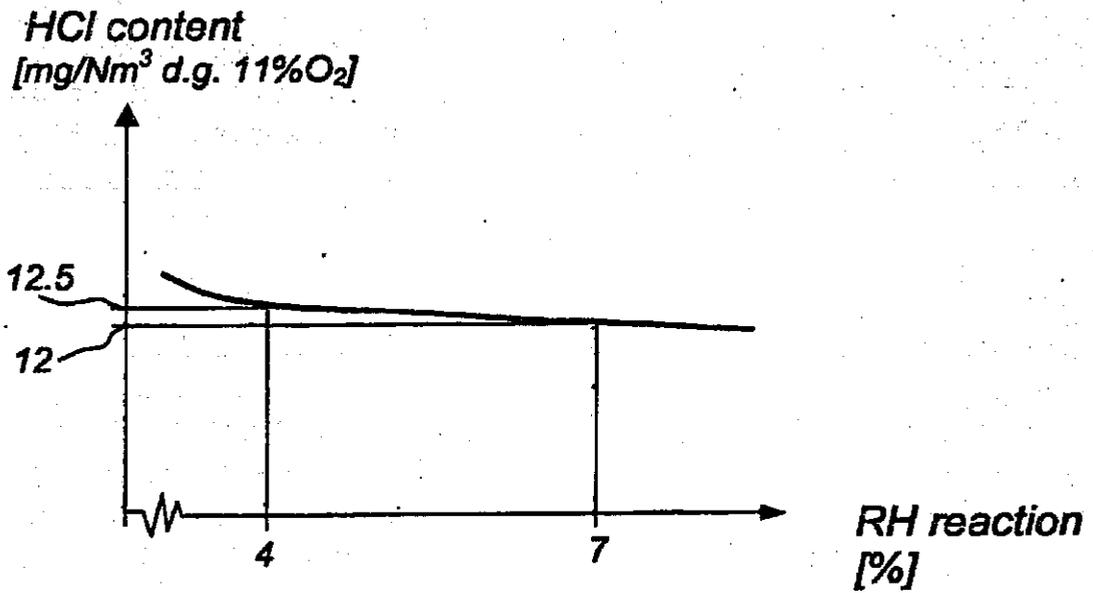


**Fig. 2**

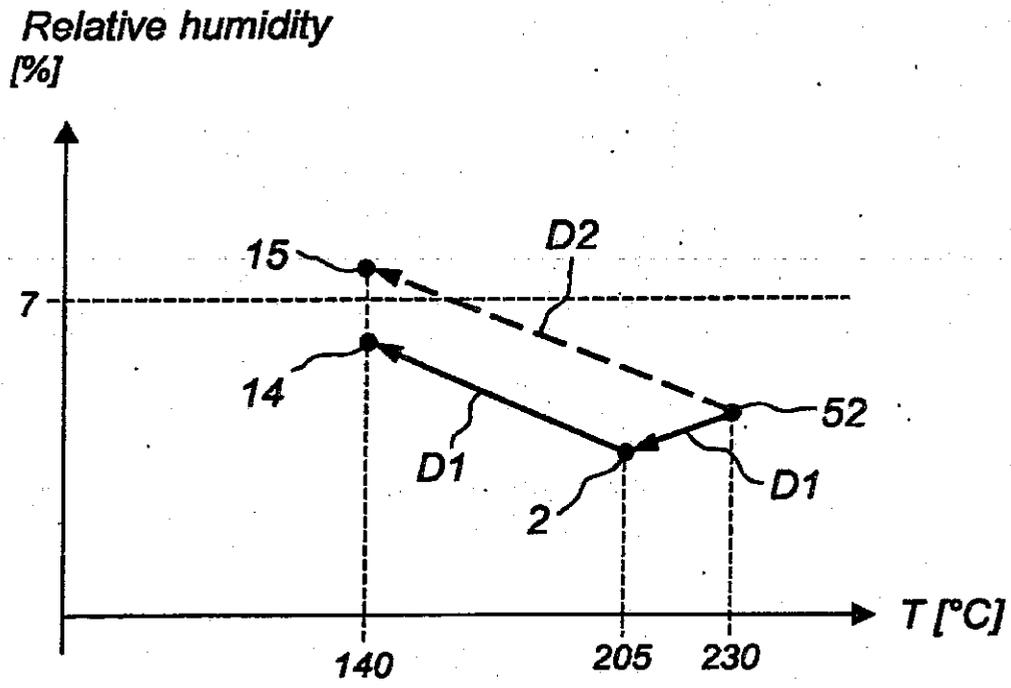
**Fig. 3**



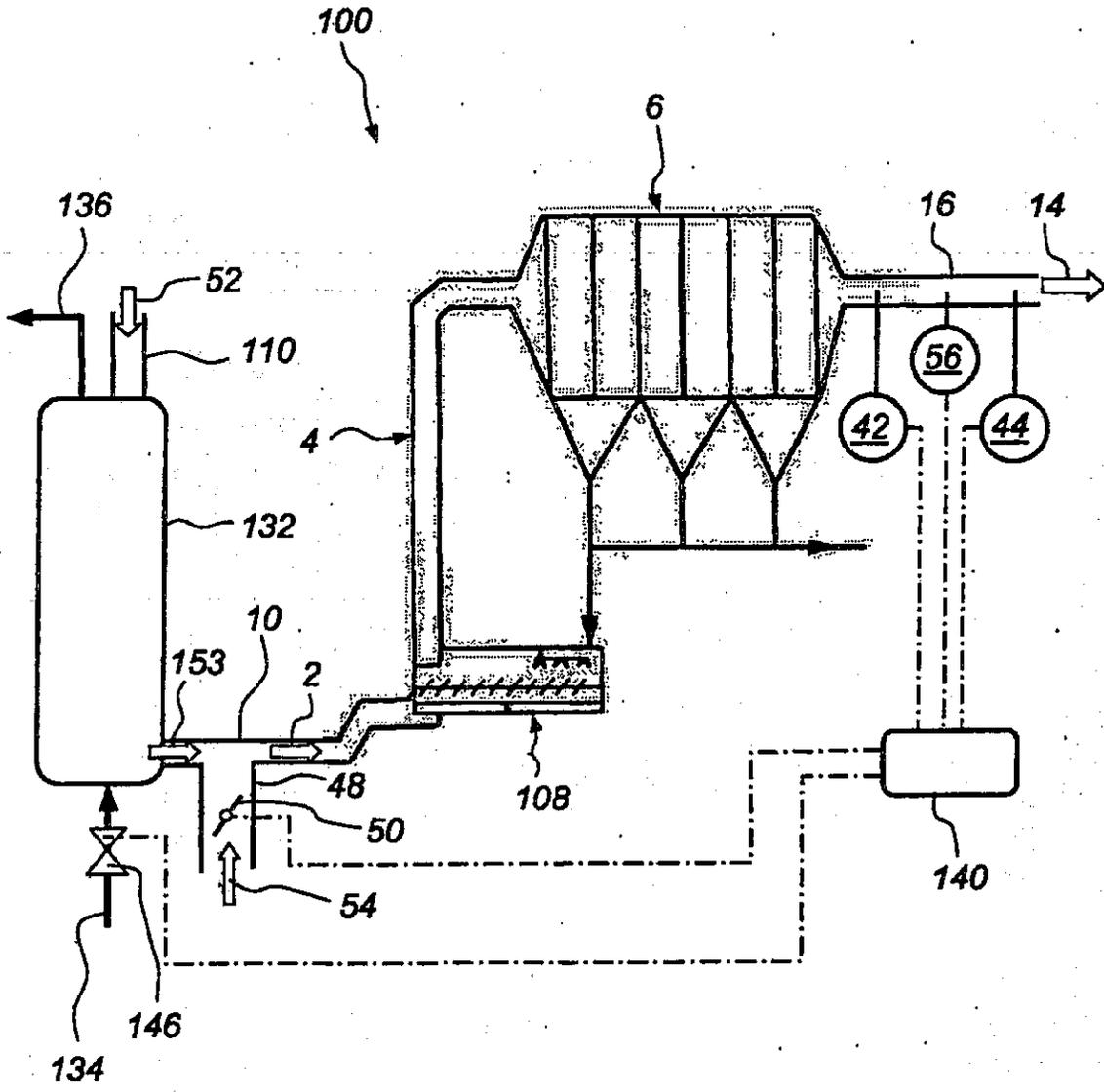
**Fig. 4a**



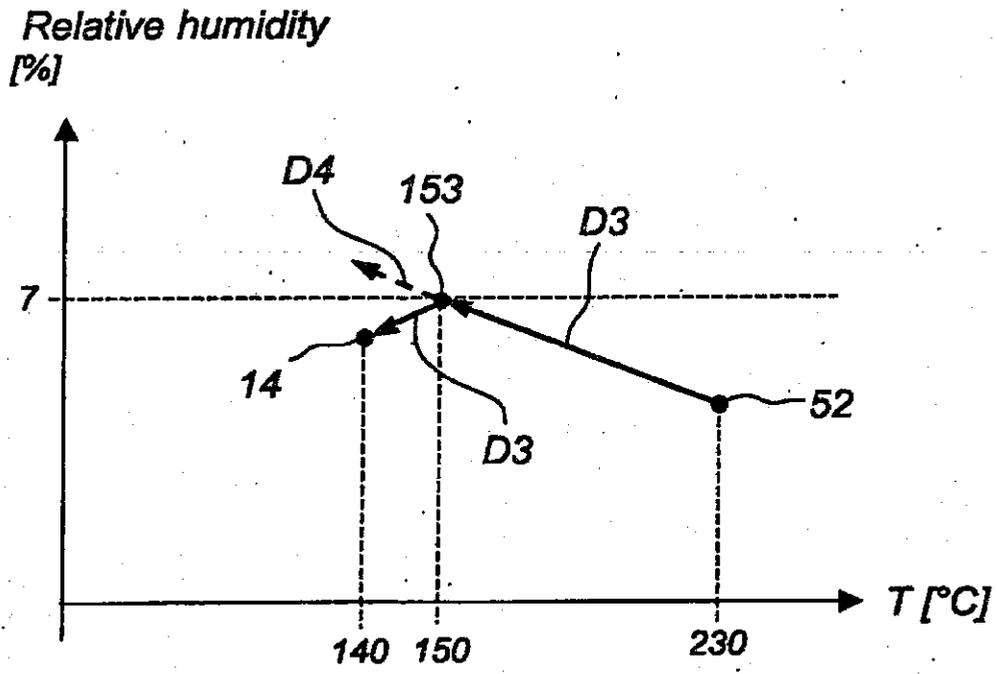
**Fig. 4b**



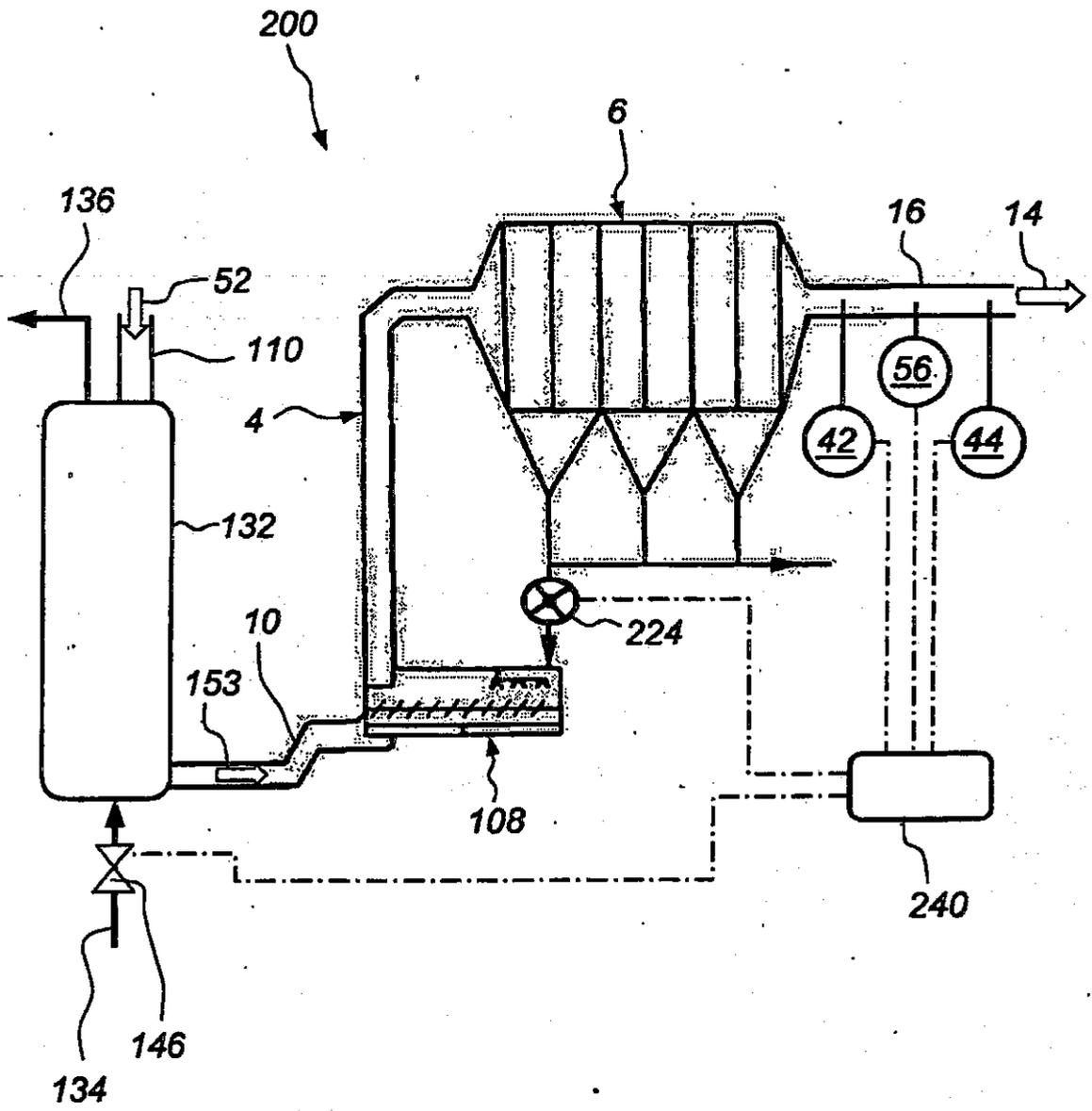
**Fig. 5**



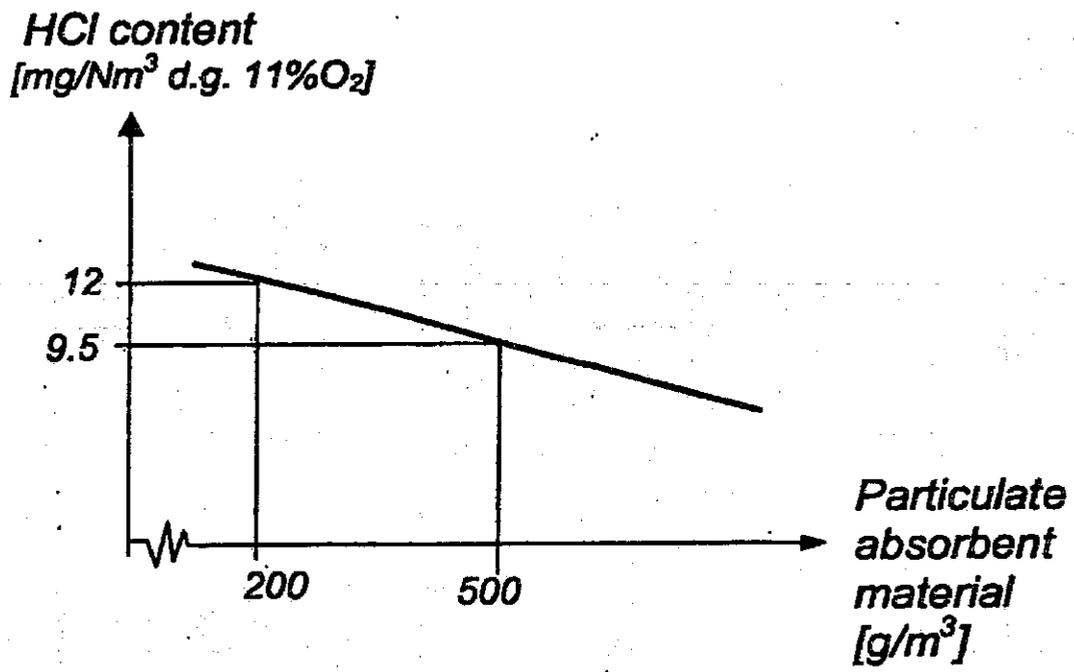
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

**TRADUCCIÓN DE LA LEYENDAS DE LOS DIBUJOS**

**Figura 3:**

- A- Medir el contenido en ácido clorhídrico en gases de escape depurados y compararlo con valor de referencia para ácido clorhídrico.
- B- Calcular la humedad relativa de los gases de escape depurados y compararla con valor de referencia para la humedad relativa.
- C- Determinar si la temperatura, a la que el ácido clorhídrico entra en reacción dentro del reactor de contacto y dentro del filtro de tela, necesita ser incrementada o reducida.
- D- Controlar el flujo de aire ambiental diluyente y/o el flujo de agua al mezclador para regular la temperatura de tal modo que la humedad relativa sea mantenida por debajo del valor de referencia para la humedad relativa.

**Figura 4a:**

Contenido de ácido clorhídrico (mgrs./Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>)

Temperatura de reacción (°C)

**Figura 4b:**

Contenido de ácido clorhídrico (mgrs./Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>)

Reacción de humedad relativa (%)

**Figura 5:**

Humedad relativa (%)

**Figura 7:**

Humedad relativa (%)

**Figura 9:**

Contenido de ácido clorhídrico (mgrs./Nm<sup>3</sup> d.g. 11%O<sub>2</sub>)

Material de partículas absorbentes (g/m<sup>3</sup>)