



P.- 5.840.

1947

178629  
25 JUN. 1947

178629

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ERIK TORVALD LINDEROTH, de nacionalidad sueca, residente en N. Malarstrand 60, Estocolmo, SUECIA, por:

"UN PROCEDIMIENTO, CON EL DISPOSITIVO CORRESPONDIENTE, PARA SEPARAR PARTICULAS SOLIDAS DE UN MEDIO GASEOSO".-

=====

El invento se refiere a un procedimiento y un aparato para separar partículas sólidas de un medio gaseoso, dirigiendo una corriente de este medio que se va estrechando,



N. 1947

1 78629

5 en un ángulo agudo de 3 a 15° contra una superficie de filtro provista de aberturas de paso, de tal manera que una gran parte del medio fluya al través de las aberturas de la superficie de filtro con un contenido reducido de partículas sólidas, al paso que una corriente más pequeña del medio, enriquecida con partículas sólidas, es derivada a lo largo de la superficie de filtro en movimiento ondulante hacia una salida conectada directamente en el extremo posterior del filtro.

10 El procedimiento del invento se caracteriza porque la velocidad de paso del medio a lo largo de la superficie del filtro alcanza a lo sumo a 30m/seg. y como mínimo a 16 m/seg., y la separación de las aberturas del filtro son como máximo de 16 mm y como mínimo de 2 mm, de manera que el medio, en su paso a lo largo de la superficie del filtro, recibe un movimiento vibratorio con una frecuencia de a lo sumo 15.000/seg. y  
15 como mínimo de 1.000 /seg. con lo cual, junto a la superficie del filtro, se provoca una fuerza aerodinámica que se aparta de aquella y que es de suficiente magnitud para vencer la fuerza que tienda a arrastrar por la superficie del filtro partículas de polvo hasta 10 (para un peso volumétrico de 1 g/cm<sup>3</sup>).

20 Un aparato adecuado para realizar el procedimiento del invento se caracteriza, según éste, porque el filtro constituye una pared o una parte de una pared de una canal que se va estrechando, en la cual la superficie de filtro se extiende hasta el extremo más estrecho de dicha canal, conectado directamente con una salida de polvo; porque la superficie total de las aberturas del filtro detrás de cualquier sección que  
25 se quiera de la canal es mayor que la sección mencionada, dis-



1947

178629

minuida en la superficie de la salida de polvo, y por que las paredes de las aberturas del filtro que miran la corriente de gas que pasa por la canal, forman con la superficie del filtro un ángulo entre 30 y 90°; porque el ángulo de inclinación de la superficie del filtro con respecto a la corriente de gas es menor de 1:5 y finalmente porque la separación de las aberturas del filtro a lo largo de la superficie del mismo es como máximo de 16 mm y como mínimo de 2 mm.

El invento se describirá a continuación más detalladamente, con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una parte de una superficie de filtro en planta que se emplea en el aparato según el invento.

La figura 2 es un corte dado por la línea 2-2 de la figura 1.

La figura 2a es un diagrama de las componentes de la corriente de gas que contienen las partículas sólidas a separar.

La figura 3 es una representación de una parte del movimiento ondulante de la corriente de gas.

Las figuras 4 y 5 son una representación del retardo y aceleración de una partícula sólida que sigue exactamente el movimiento ondulante de la corriente de gas.

La figura 6 es un diagrama con la resultante de fuerza que actúa sobre una partícula según las figuras 4 y 5.

La figura 7 es una representación del trayecto de una partícula sólida tan grande que en lo esencial se mueve con independencia de los movimientos ondulantes de la corriente de gas.



1947

178629

La figura 8 es un diagrama con lo resultante de fuerzas que actúa sobre una partícula según la figura 7.

La figura 9 es una representación de ciertos trayectos de partículas, y

5 La figura 10 muestra esquemáticamente un aparato según el invento.

Como se ve en la figura 1, el filtro se compone de una chapa ranurada 1 en la cual los puentes de chapa 2 entre las aberturas forman un ángulo por lo menos de  $30^\circ$  y a lo sumo de  $90^\circ$  con la superficie del filtro; la figura 2 muestra un ángulo de  $45^\circ$  que da una amplitud máxima para el movimiento ondulante de la corriente de gas. Un valor especialmente adecuado para este ángulo está comprendido entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$ . La superficie de filtro es insuflada (véase figura 2a) en la dirección  $\underline{y}$ .  $\underline{y}$  designa tanto la velocidad como la dirección de la corriente de gas, y así  $\underline{w1}$  designa la componente de velocidad con la superficie de filtro y  $\underline{w2}$  la componente de velocidad perpendicularmente a la misma. La relación  $\underline{w2}/\underline{w1}$  se indica con 1:10. Un valor especialmente adecuado está entre 1:7 y 1:20. La proporción no debe ser mayor de 1:5.

10

15

20

Suponiendo que la superficie del filtro esté constituida de tal manera y sea insuflada en tal dirección que se produzca el movimiento ondulante descrito se obtiene la frecuencia que se busca cuando el cociente entre el valor de velocidad (medido en m/seg.) en la dirección  $\underline{w1}$  y la magnitud de la separación  $\delta$  (medida en milímetros) entre las aberturas de paso es por lo menos de 1.000.

25



VN. 1947

178629

5 Para que se vea como se produce el efecto que se busca debe estudiarse más detalladamente el movimiento ondulante de la corriente de aire. Las líneas de corriente de la figura 2 se han trazado a base de la teoría del paso de corriente potencial y se han controlado por medio de fotografías de líneas de corriente.

10 De estas líneas de corriente se pueden leer no sólo las variaciones de dirección, sino también de velocidad. Las líneas de corriente divergentes significan, en efecto, la velocidad reducida (retraso) al paso que las líneas de corriente convergentes permiten reducir una velocidad aumentada (aceleración). Un estudio ulterior del cuadro de líneas de corriente muestra que las variaciones de velocidad están sincronizadas con las de dirección de manera determinada.

15 La figura 3 muestra qué parte del trayecto ondulado de la corriente de aire está retrasada y cuál está acelerada.

20 Las figuras 4 y 5 muestran la dirección de la fuerza de rozamiento aerodinámica que actúa sobre una partícula tan pequeña que sigue el trayecto de la corriente de aire. Para cada abertura de filtro que la partícula atraviesa se ve expuesta a dos choques de fuerza, uno en la dirección -c- y otro en la dirección -d-. Si la frecuencia de estos choques de fuerza -c- y -d- es lo bastante grande, se componen los mismos, según las leyes de la mecánica en una resultante -r- (figura 6) que se aleja de la superficie del filtro. Para evitar malas inteligencias se dirá que -c- y -d- (figura 6) no se refieren a la fuerza en el momento en que es



178629

máxima sino al valor medio de la misma en función del tiempo que hace la resultante -r- equivalente a una fuerza de acción continua. Para obtener esta equivalencia, también la dirección de -c- y -d- debe inscribirse como dirección  
5 media, calculada de cierto modo, para un periodo de retardo o de aceleración.

Las dirección de fuerza que se ven por vía de ejemplo en las figuras 4 y 5 presuponen, no obstante, que el trayecto de la partícula coincide con el de la corriente de gas (corriente de aire). Pero en realidad el trayecto de la partícula se desvía más o menos del del aire de la corriente de gas. Esta desviación tiene importancia máxima para la aerodinámica del curso.  
10

En la figura 7 se ve cómo sería el curso de las fuerzas si la partícula fuera tan pesada que avanzara en línea recta en la corriente de aire pulsatoria sin que con ello se modificara su velocidad. Deben considerarse dos posiciones 1 y 2 de la partícula con respecto al trayecto ondulado de la corriente de aire, e saber, en el centro de la parte de una corriente de aire ondulada o dirigida hacia abajo (retardada) o dirigir hacia arriba (acelerada), cuyo trayecto medio coincide con el trayecto de la partícula, y cuya velocidad media es tan grande como la de la partícula. En las dos posiciones, -a- y -a<sup>1</sup> designan respectivamente la  
15 dirección del movimiento y la velocidad de la partícula y  
20 -b- y -b<sup>1</sup> la dirección del movimiento y la velocidad del aire circundante (en ambos casos relativos a la superficie del filtro). El movimiento del aire contra la partícula  
25



178629

se obtendrá entonces por la línea de unión -o- e -o'- res-  
pectivamente. La fuerza de rozamiento aerodinámica que in-  
se dirige  
fluye en la partícula/en el punto 1 hacia abajo y en el pun-  
to 2 hacia arriba. Las dos fuerzas son igualmente grandes  
5 y actúan durante el mismo tiempo. En este caso no se pro-  
ducen, pues, una fuerza transversal resultante (véase fi-  
gura 8). La relación es la misma si se examina en su to-  
talidad el trayecto de la partícula por el campo de la co-  
rriente ondulada. No se puede demostrar una fuerza aerodi-  
námica resultante.  
10

Las partículas interesantes para el procedimien-  
to en que se basa el presente invento son, sin embargo, de  
tan pequeña magnitud, que no avancen en línea recta en la  
corriente de aire pero tampoco la siguen completamente.  
15 Las modificaciones de alta frecuencia de la dirección y la  
velocidad de la corriente de aire junto a la superficie del  
filtro, esta partícula describe un trayecto ondulado, sin-  
cronizado con el de la corriente de aire, pero con cierto  
desplazamiento de fase en el sentido de la corriente. Du-  
20 rante un período de aceleración alcanza la partícula su ve-  
locidad máxima algo más tarde que la corriente de aire, y  
durante otro período de retardo su velocidad mínima también  
algo más tarde que la corriente de aire.

A consecuencia de este desplazamiento de fase, las  
25 partículas se encuentran en la corriente de aire (ascendente)  
que se aleja de la superficie de filtro, más largo tiempo  
que en la corriente de aire (descendente) que se dirige a di-  
cha superficie. En efecto, las partículas recorren la co-



rriente de aire dirigida hacia abajo con mayor velocidad que la dirigida hacia arriba.

A este respecto, recuerda el curso el vuelo a vela en el cual se vuela más rápidamente por la región de sotavento y más lentamente por la de barlovento.

El curso del campo de oscilaciones de alta frecuencia ofrece, sin embargo, por lo demás diferencias esenciales. A consecuencia de las fuertes vibraciones que realizan las partículas finas, el desplazamiento de fase trae consigo un ulterior efecto que se describirá más por extenso con referencia a la figura 9. La curva ondulada de trazo lleno muestra un supuesto trayecto de una partícula de polvo en un campo de corriente, que se indica con línea de trazos (líneas de corriente). El trayecto medio de la partícula se dibuja de puntos y trazos. La dirección de la corriente se imagina de izquierda a derecha. El movimiento ondulante de la corriente se elige simétrico, para que se vea mejor la influencia del desplazamiento de fase. La región de sotavento se mantiene tan grande como la de barlovento.

Decisivo para la magnitud y dirección de la fuerza aerodinámica que influye en la partícula es el movimiento relativo -c- entre la partícula y el aire que la rodea. Este movimiento se ha analizado para un número de puntos 1-8 a lo largo del trayecto de la partícula (a = movimiento de la partícula, b = movimiento del aire, c = resultante). En los puntos 2 y 6 la partícula alcanza respectivamente su velocidad máxima y mínima. Los puntos 1, 2 y 3 o 7, 6 y 5 están elegidos en posiciones simétricas, de manera que se corresponden a



178629

5 cada lado de la línea media. En los puntos 4 y 8, el trayecto de la partícula corta la línea media, haciéndolo en el punto 4 en la rama del movimiento dirigida hacia abajo y en el punto 8 en la dirigida hacia arriba. El punto la corresponde al punto 1. Entre estos dos puntos la distancia es igual a una longitud de onda. El desplazamiento de fase entre el movimiento ondulante de la partícula y el de la corriente de aire corresponde en el ejemplo de realización elegido a  $1/8$  de longitud de onda.

10 Este desplazamiento de fase destruye la simetría del curso. En el punto 1, la dirección de movimiento del aire con respecto a la partícula es horizontal y aceleradora, y en el punto 5 horizontal y frenadora (horizontal-retardadora). Solo entre los puntos 1 y 3 tiene pués, la dirección en que la corriente de aire sopla la partícula, una componente dirigida  
15 hacia abajo. Se puede distinguir claramente entre dos distintas regiones de sotavento: la "región de sotavento absoluta" (AP), que se refiere a la dirección del viento con respecto a la superficie del filtro y la "región de sotavento relativa" (RP) que afecta a la dirección del viento con respecto  
20 a la partícula. Por región de sotavento relativa se entiende por tanto la región del trayecto de la partícula en que ésta es soplada hacia abajo u oblicuamente hacia abajo, esto es en la cual la dirección de soplado tiene una componente dirigida hacia  
25 oia abajo.

Si se considera la región de sotavento relativa, gracias al desplazamiento de fase, se reduce la región de sotavento a una parte muy pequeña del trayecto de partículas on-



178629

dulado, aumentando simultáneamente de modo correspondiente la región de barlovento relativa (RU).

Más arriba se ha indicado que la partícula en la región de sotavento tiene mayor velocidad que en la de barlovento. Esto resalta de la figura 9, así como que la región de sotavento abarca la parte del trayecto de las partículas en que la velocidad de las mismas es máxima.

Ahora, bien: se obtiene, como ya se ha indicado más arriba, la fuerza de rozamiento aerodinámica resultante de la partícula de un valor medio calculado de cierto modo, de la fuerza, dirección y tiempo de los diferentes puntos del trayecto de la partícula durante un periodo total de vibración (de una longitud de onda).

Si se considera de esta manera la región de barlovento relativa y se compara con la región de sotavento relativa, se ve sin más que las fuerzas aerodinámicas dirigidas hacia arriba predominan sobre las dirigidas hacia abajo. Esto significa que, la dirección media de la partícula no puede coincidir con la dirección media de la corriente de aire como se supuso en la figura 9 en gracia a la sencillez. Incluso si se supone que la partícula entra con esta dirección en la corriente de aire pulsatoria, el trayecto medio de la partícula bajo la influencia de la fuerza transversal aerodinámica dirigida hacia arriba, demostrada aquí, se desviaría hacia arriba. Como el trayecto de la partícula obtiene esta dirección media modificada, aumenta la región del sotavento relativo, al paso que disminuye la del barlovento relativo. Si de este modo el trayecto medio de la partícula se desvía hacia arriba se lle-



1947

178629

ga finalmente a una desviación entre las direcciones medias de la partícula y la corriente de aire, donde las fuerzas aerodinámicas dirigidas hacia abajo y hacia arriba vienen a ser de igual magnitud y se neutralizan. La partícula tiene entonces su máxima velocidad ascendente  $-w_{\text{max}}$  alcanzada en la corriente de aire pulsatoria. (Aquí se prescinde del peso de la partícula que es insignificante de aire de alta frecuencia en proporción a las fuerzas aerodinámicas de la corriente.

10 En cambio, como se ve en la figura 2, las pulsaciones de la corriente de aire son máximas en la proximidad de la superficie del filtro, al paso que disminuye hacia arriba. La velocidad ascendente es, pues, la máxima junto a la superficie del filtro, y disminuye al separarse de la misma. Si  
15 la dirección media de la corriente de aire fuera paralela a la superficie del filtro, las partículas con su decreciente velocidad de subida impulsarían a las líneas de corriente que tienen la curvatura mínima, esto es que estén a la distancia máxima de la superficie del filtro.

20 Ahora bien: en cambio la corriente de aire tiene curso no paralelo a la superficie del filtro. Además una partícula sólo en el extremo de entrada de la superficie del filtro tiene la posición de salida en la corriente de aire pulsatoria que aquí se supone. La mayoría de las partículas se acercan a la superficie del filtro en la dirección  $-w$  (figura 2a)  
25 y así llegan sucesivamente a un movimiento ondulante cada vez más fuerte. Las partículas más pesadas no son influenciadas, en forma apreciable por este movimiento ondulante (véase figura 7)



1947 1 78629

sino que continuan su movimiento en línea recta hasta que chocan con la superficie del filtro y así son rechazadas en la forma conocida. Las partículas finas que flotan en el aire y que en la forma que se desea son influidas por el movimiento ondulante de alta frecuencia se desvían en cambio en la dirección  $-w-$  de manera que finalmente pasan flotando junto a la superficie del filtro y esto a una distancia de ella en la cual el poder ascendente  $-w-$  es tan grande como la componente  $-w_2-$  de velocidad de la corriente de aire dirigida contra la superficie del filtro. La condición para esta acción de la distancia sin contacto entre las partículas y la superficie del filtro es, pues, que la componente de velocidad  $-w_2-$  (figura 2a) no rebasa el poder ascensional máximo  $-w_g-$  de la partícula en la proximidad inmediata de la superficie del filtro. Si  $-w_2-$  rebasara, pues,  $-w_{g,max}$ , las partículas se pondrían en contacto con la superficie del filtro. De las partículas que antes se han mantenido flotando delante de la superficie del filtro, salen primero las más finas por dicha superficie, al paso que las más gruesas son proyectadas de un puente a otro en la forma ya conocida, Conforme  $-w_2-$  aumenta con respecto a  $-w_{g,max}$  penetra más y más el polvo fino por la superficie del filtro, de manera que finalmente solo pueden separarse en la forma conocida de las partículas más gruesas siendo rechazadas contra los puentes en la superficie del filtro después del choque.

A consecuencia de esto, cuando se emplea el procedimiento del invento no solo es necesario producir el movimiento oscilatorio descrito en la superficie del filtro, sino que



1947

178629

además debe mantenerse la relación mencionada entre las componentes de velocidad  $-w_2-$  y  $-w_1-$  a lo largo de toda la superficie del filtro.

5 Especialmente sensible a un valor de  $-w_2-/-w_1-$  demasiado alto es la parte de la superficie del filtro que se encuentra en la proximidad de la salida del polvo. En este lugar la parte principal de la cantidad de polvo separada se concentra en una capa en la proximidad de la superficie del filtro, de manera que traería consigo un valor demasiado alto de  $-w_2-/-w_1-$  que la máxima parte del polvo antes retenido  
10 por el efecto descrito saliera al exterior.

Citaremos como ejemplo de esto que en los experimentos se ha comprobado que cuando el 10% de los orificios de salida de las aberturas de salida de la superficie del filtro en  
15 la proximidad de la salida de polvo estaban obstruidos, salía cinco veces más polvo por las restantes aberturas del filtro. La velocidad en la salida del polvo era siempre la misma en los experimentos; pero a consecuencia de las aberturas obstruidas se obtenía un desplazamiento de la proporción de velocidad  $-w_2-/-w_1-$  delante de la parte no perforada, ya que en  
20 este lugar  $-w_1-$  se reducía y  $-w_2-$  se aumentaba.

En las aberturas de filtro la velocidad es siempre más alta que la velocidad  $-w_2-$  que corresponde a la velocidad de la corriente de entrada a la superficie del filtro (en efecto, la superficie total de las aberturas es siempre menor  
25 que la del filtro).

Incluso cuando se elige debidamente la proporción de velocidad  $-w_2/w_1-$  existe el peligro de que partículas que



1947

178629

llegan a la proximidad de una abertura sean absorbidas a través de ella por la caída de presión existente en la abertura.

Una condición para que las fuerzas producidas por el movimiento ondulante, dirigidas hacia atrás y que se ejercen sobre las partículas, eviten la mencionada absorción hacia afuera, es que los choques de fuerza dirigidos hacia atrás se repitan en sucesión lo bastante rápida de manera que la partícula no sea absorbida por la abertura durante el tiempo que transurre entre dos choques de fuerza. De esto resulta además la importancia de una alta frecuencia.

El mencionado desplazamiento desfavorable de la proporción de velocidad se obtiene también en un extremo hasta la superficie perforada de la salida del polvo, cuando la velocidad en estas salidas es menor que la componente de velocidad  $w_1$  en el filtro. Esta reducción de velocidad aparece por regla general cuando no se cuida previamente de evitarla. Por tanto, al emplear el procedimiento del invento la salida de polvo debe conectarse con un ventilador que produzca un descenso de presión en dicha salida de manera que en ella la presión sea menor que en la superficie del filtro que está delante. Además debe tenerse la posibilidad de controlar que tenga lugar en efecto tal caída de presión, por ejemplo, por medio de un manómetro de columna de líquido que mide la diferencia de presión entre la entrada del gas a purificar y la salida del polvo, y en la aplicación del procedimiento del invento indicar un descenso de presión. En ninguna clase de circunstancias debe permitirse un aumento de presión. Esta, en efecto, sin un dis-



UN: 1947  
178629

positivo de control como el mencionado podría aparecer fácilmente a consecuencia de la resistencia de paso de la tubería de salida del polvo.

5 De las explicaciones anteriores debe deducirse claramente que para el empleo del procedimiento del invento no basta con figurar la superficie del filtro como se ve en las figuras 1 y 2. Antes bien debe disponerse y utilizarse de cierta manera. Además, debe observarse que no sólo se trata de producir la fuerza transversal arriba descrita, sino de utilizarla para la separación del polvo. Sin una salida  
10 del polvo dispuesta directamente junto a la superficie del filtro, no sería de ningún provecho la producción del movimiento ondulante arriba descrito junto a la superficie del filtro. Esto sólo supondría tal acumulación del polvo en la superficie del filtro, que finalmente la atravesaría.  
15 Pero también con esta salida, sólo se consigue, con la adecuada velocidad del gas obtener una corriente parcial enriquecida en polvo al través de la salida de éste. Una separación definitiva de las partículas solo tiene lugar en los aparatos conocidos dirigiendo esta corriente parcial a un  
20 separador secundario en el cual la separación definitiva se realiza esencialmente por la fuerza de la gravedad (cámara de gravedad). Como una cámara de fuerza de gravedad tiene un mal grado de separación, es corriente dirigir de nuevo a la mencionada corriente parcial desde el separador secundario  
25 a la entrada de gas del separador principal, de manera que el polvo no evacuado en el separador secundario se separa de nuevo en el principal.



1947

178629

5 Debería creerse que el polvo se vería de este modo forzado a circular entre el separador principal y el secundario, hasta que finalmente se separa en el secundario, y que el mal grado de separación del secundario no representa, por tanto, un papel tan importante.

Pero una investigación más detenida muestra que el grado de eficacia total  $\mu_{1,2}$  del separador se compone del grado de separación  $\mu_1$  del separador principal y del grado de separación  $\mu_2$  del secundario según la fórmula :

10

$$\mu_{1,2} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{1 - \mu_1(1 - \mu_2)}$$

15

20

25

De esto resulta que, mientras la diferencia del grado de separación entre el separador principal y secundario no es demasiado grande esta diferencia no representa un papel importante. En los separadores conocidos, el separador primario no puede separar en grado digno de mención esta clase de polvo fino que flota en el aire, de la que se trata en el procedimiento de separación según el invento, de manera que carecía de importancia que la cámara de gravedad utilizada como separador secundario no pudiera separar polvo de esta clase. Pero en el procedimiento del invento, la cuestión aparece a otra luz. Aquí se trata de separar polvo tan fino que se mantiene en suspensión largo tiempo incluso en aire encalmado (partículas del orden de magnitud de 1/100 mm y de un peso específico de 1 g/cm<sup>3</sup> tienen en el aire de la habitación una velocidad de caída de sólo unos 3 mm/seg). Si una cámara de fuerza de gravedad utilizada como separador secundario no puede separar este polvo, el separador es en su totalidad inútil, incluso si



1947

178629

5 se mantiene la circulación descrita en el separador principal y el secundario. En efecto, la circulación entre los dos separadores sólo traería consigo entonces que la concentración del polvo en la superficie del filtro aumentara en tal grado que saliera por la superficie del filtro la misma cantidad de polvo que se introdujo primeramente. La superficie del filtro quedaría, en otros términos, recargada con el polvo que saliera por las aberturas del mismo. La fuerza transversal aerodinámica producida por el movimiento ondulante de la corriente de gas no puede, en efecto, llevar las cantidades de polvo de la importancia que se quiera. En cambio, empleando el procedimiento del invento es de máxima importancia la construcción del separador secundario.

15 En una forma de realización adecuada del invento la separación secundaria se realiza en un ciclón conectado con un recipiente colector de polvo colocado bajo el mismo.

20 El que la separación final se realice en un recipiente colector de polvo especial, colocado debajo del ciclón es por lo menos tan importante como que la salida de polvo del separador principal esté conectada con un ciclón.

25 En efecto, si el polvo separado se almacenara en la forma ordinaria en el ciclón entre las evacuaciones, el polvo más fino se arremolinaría de nuevo por la inevitable tromba del ciclón (con los mencionados inconvenientes como consecuencia). Este arremolinamiento se podría evitar con ayuda de dispositivos especiales; pero lo mejor es almacenar el polvo no en el ciclón, sino en un recipiente colector dispuesto debajo del mismo. En este se realiza la separación



178629

del polvo ciertamente en último extremo por la fuerza de la gravedad, pero como la circulación de gas en el recipiente colector de polvo es infinitamente pequeña gracias al ciclón intercalado, la nueva formación de remolino es muy insignificante.

5

El polvo arremolinado de nuevo en el cuerpo colector del mismo tampoco es conducido directamente al separador primario, sino que primero debe pasar por el ciclón en el cual la máxima parte se separa de nuevo.

10

Si se trabaja de la manera propuesta, el gas que conduce polvo se enriquece en tres periodos, primero en el filtro, luego en el ciclón y finalmente en el recipiente colector de polvo. En este el polvo se concentra en una cantidad de gas tan pequeña que la separación de gas resulta efectiva. Considerado matemáticamente, el proceso es aproximadamente así: suponiendo, por vía de ejemplo, que la cantidad de gas secundario sea  $1/20$  de la cantidad de gas primario y que la circulación entre el ciclón y el recipiente colector de polvo sea  $1/20$  de la corriente de gas que fluye por el ciclón, la cantidad de circulación en el recipiente alcanza solo a  $(1/20)^2 = 1/400$  de la cantidad de gas primario.

15

20

Una forma adecuada de realización de un dispositivo para realizar el procedimiento del invento se representa en la figura 10.

25

La superficie de filtro consiste aquí en un cono 3 que está perforado de la manera indicada en las figuras 1 y 2 montado en una caja 4. El gas a depurar se introduce



1947

178629

5 en el cono de filtro por su extremo más ancho 5, que por medio de una tubería 6 está conectado con el lugar en que se ha de absorber el polvo, por ejemplo en un molino, una máquina productora de polvo o una canal de gases de escape. La absorción se realiza adecuadamente por medio de un ventilador 7 conectado detrás del filtro con la caja del mismo 4 con lo cual el ventilador está protegido contra el polvo. El gas depurado va al ventilador pasando por la superficie del filtro. Una corriente de gas más pequeña (la cantidad de gas secundario) es dirigida por una salida de polvo 8 conectada con la superficie del filtro en su parte más alejada de la entrada de gas 5, hacia un separador de ciclón 9, del cual el gas es devuelto por medio de un ventilador 10 en estado parcialmente libre de polvo a la entrada del filtro 5. La cantidad de gas secundario que de esta manera se retiene en circulación en un sistema compuesto de un separador principal y otro secundario debe ser adecuadamente menor del 10% y con preferencia no más de a lo sumo un 8% de la cantidad de gas conducida primeramente, y con vistas a las exigencias arriba formuladas de la conservación de la velocidad en la salida de polvo, su superficie debe estar en proporción determinada con la cantidad de gas secundario. Esta superficie debe ser adecuadamente a lo sumo del 5-8% de la superficie de entrada del cono del filtro, y le canal que se va estrechando debe estar perforada hasta la salida del polvo así como conectada directamente con ésta, porque una conexión indirecta podría dar lugar a un estancamiento de la corriente



1947

178629

de gas. Para el control de lo que se mantiene por la caída de presión arriba mencionada, se dispone adecuadamente un manómetro 11 que tiene la misión de medir las diferencias de presión entre la entrada y la salida del cono del filtro.

5 Esta diferencia, como se ha dicho debe tener un valor positivo. En su caso, el manómetro puede medir también la diferencia de presión entre la salida del polvo y la caja 4 como se indica con líneas de trazos en la figura 10. Si la presión en la salida del polvo se mantiene a la misma altura

10 que la de la caja o más abajo que ella, se obtiene el margen de seguridad necesario para la velocidad del gas en la salida del polvo. El ciclón 9 está unido por su parte inferior a un recipiente colector de polvo 19. El gas gira en este recipiente, aunque con menor velocidad que en el

15 ciclón. Al propio tiempo de la rotación aparece tanto en el ciclón como en el recipiente colector de polvo una corriente como se indica por las flechas esto es, una corriente de tromba. Como el ciclón está abierto hacia abajo y por tanto no se puede almacenar polvo en el mismo, la tromba del

20 ciclón no pueda arremolinar de nuevo el polvo separado. En cambio, la tromba en el recipiente influye en el polvo del fondo del mismo, pero como esta tromba es mucho más débil que la del ciclón, el nuevo arremolinamiento será mucho menor que en el caso hasta ahora habitual en que el polvo se

25 almacena en el ciclón. A esto se añade que una gran parte del polvo absorbido en la tromba es de nuevo expulsado por centrifugación antes de alcanzar la salida en la parte superior del ciclón. La cámara colectora de polvo actúa, pues,



1947 178629

también como ciclón, aunque en último término la separación de polvo se realice por gravedad para retener el polvo en el fondo del recipiente.

5 Combinando un separador principal que funcione con vibraciones de alta frecuencia con una parte perforada entre 2-20 mm y una velocidad de gas entre 12-25 m/seg., con un separador secundario que funcione con la menor formación posible de nuevo remolino, se consigue el resultado de que el efecto de las vibraciones de alta frecuencia  
10 pueda utilizarse aún mejor para la separación de polvo.

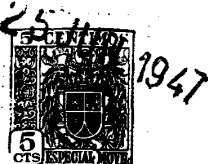
Esta solicitud que corresponde a la presentada en Suecia el 22 de febrero de 1946 bajo el número 1.607/46, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

15

- o - N O T A - o -

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

20 1º.- Un procedimiento de separar partículas sólidas de un medio gaseoso dirigiendo una corriente de este medio que se va estrechando, en un ángulo agudo de 3-15° contra una superficie de filtro prevista de orificios de paso,



1 7 8 6 2 9

de manera que una parte mayor del medio con menor contenido de partículas sólidas fluya al través de las aberturas de filtro, al paso que una corriente menor del medio enriquecida en partículas sólidas es derivada a lo largo de la superficie del filtro en un movimiento ondulado hacia una salida conectada directamente con el extremo posterior del filtro; caracterizado porque la velocidad de paso del medio a lo largo de la superficie del filtro es a lo sumo de 30 m/seg. y como mínimo de 16 m/seg. y la separación de las aberturas del filtro es a lo sumo de 16 mm y como mínimo de 2 mm, de manera que el medio en su paso a lo largo de la superficie del filtro recibe un movimiento vibratorio de una frecuencia de 15.000/seg. como máximo y 1.000/seg. como mínimo, con lo cual junto a la superficie del filtro se provoca una fuerza aerodinámica que se aparta de ella y es de suficiente magnitud para superar la fuerza que tiende a arrastrar al través de la superficie del filtro partículas de polvo hasta  $10\mu$  (a un peso por volumen de 1 g/cm<sup>3</sup>).

2º.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 1º, caracterizado porque el medio gaseoso es insuflado contra el filtro en tal ángulo que, si se imagina la corriente de gas dividida antes de la superficie del filtro en dos componentes una perpendicular a la superficie del filtro y otra paralela a la misma, el cociente de estas componentes es menor de 1/5.

3º.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 1º, caracterizado porque la velocidad del gas en la salida del polvo se mantiene por lo menos tan alta como la componen-



178629

te de velocidad del filtro dirigida a lo largo de la superficie del mismo.

5 4º.- Un dispositivo para realizar el procedimiento reivindicado en el punto 1º, caracterizado porque el filtro forma por lo menos una parte de una pared de una canal que se estrecha y en la cual se extiende la superficie del filtro hasta el extremo de la misma más estrecho como estado directamente con una salida de polvo; porque la superficie total de las aberturas del filtro detrás de cualquier sección que se quiera de la canal es mayor que la mencionada sección, disminuida en la superficie de la salida de polvo; porque las paredes de las aberturas del filtro vueltas hacia la corriente de gas que pasa por la canal forman con la superficie del filtro un ángulo entre 30 y 90º; porque el ángulo de inclinación en la superficie del filtro con respecto a la corriente de gas es menor de 1:5, y finalmente porque la separación de las aberturas del filtro a lo largo de la superficie del mismo es como máximo de 16 mm y como mínimo de 2 mm.

15 5º.- Un dispositivo según se reivindica en el punto 4º, caracterizado porque la superficie de la salida del polvo es a lo sumo de 8% y como mínimo de 2% de la superficie de entrada de la canal del filtro.

20 6º.- Un dispositivo según se reivindica en el punto 4º, caracterizado porque la salida de polvo está en comunicación con un separador de ciclón que hacia abajo está conectado con un recipiente colector de polvo mediante un orificio.



1947

178629

7º.- Un dispositivo según se reivindica en el punto 6º, caracterizado porque el orificio está estrechado.

8º.- Un procedimiento, con el dispositivo correspondiente, para separar partículas sólidas de un medio gaseoso.

5

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

Entre líneas "se dirige", vale.

10

Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 25 JUN. 1947

F. A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder

178629



1947

CLAVE DE LAS INSCRIPCIONES DE LAS FIGURAS.

Figura 3. -

- A - Punto de velocidad máxima.
- B - Aceleración.
- C - Desaceleración.
- D - Punto de velocidad mínima.

Figura 4.-

- E - Rozamiento aerodinámico.
- F - Desaceleración.

Figura 5.-

- G - Rozamiento aerodinámico.
  - H - Aceleración.
-

178629

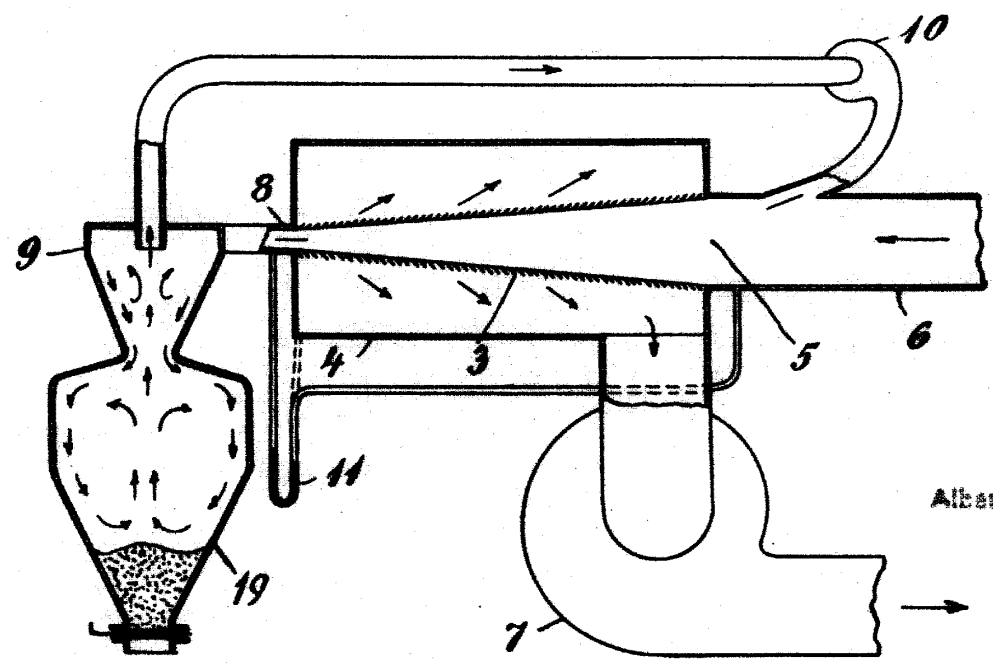
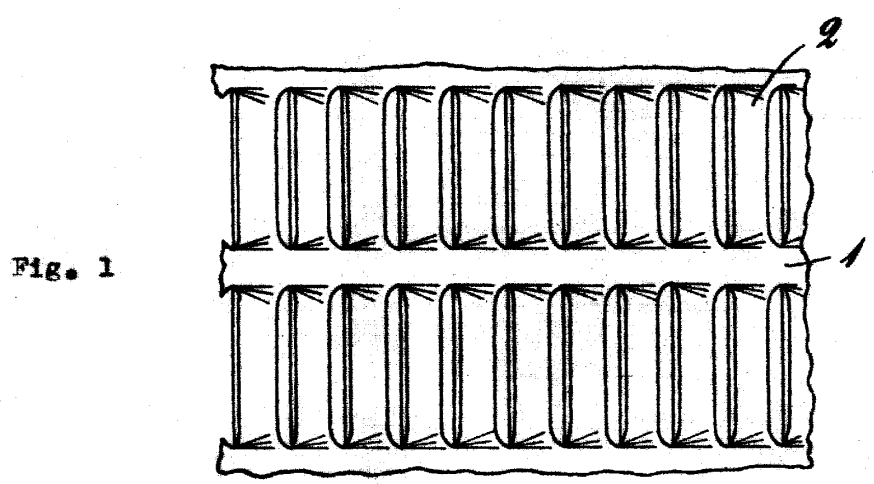
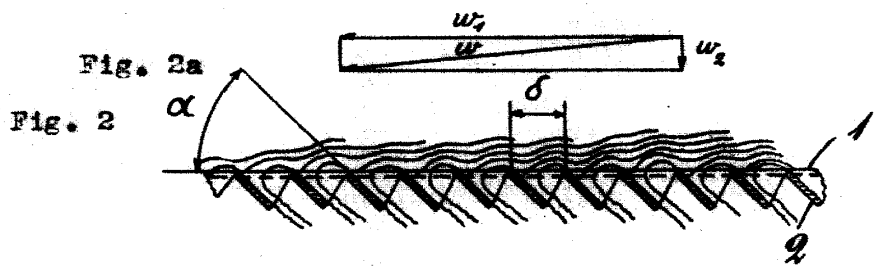
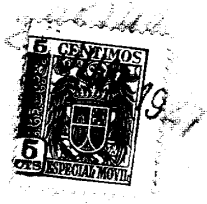


Fig. 10

Albarto de Elzeburu  
*[Signature]*

178629



Fig. 3

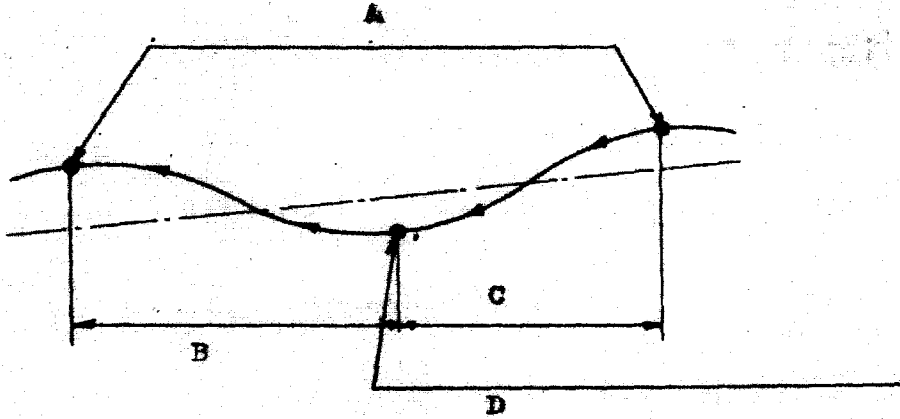


Fig. 4

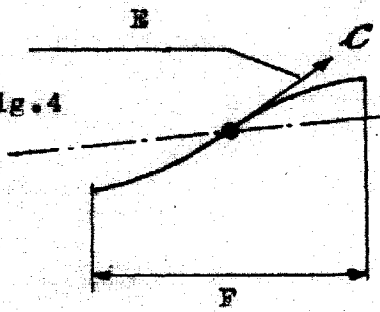


Fig. 5

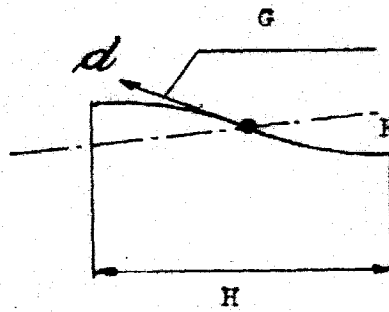
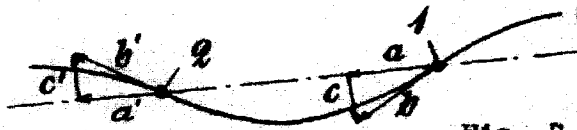


Fig. 6



Fig. 7



Alberio de Elizaburu  
París

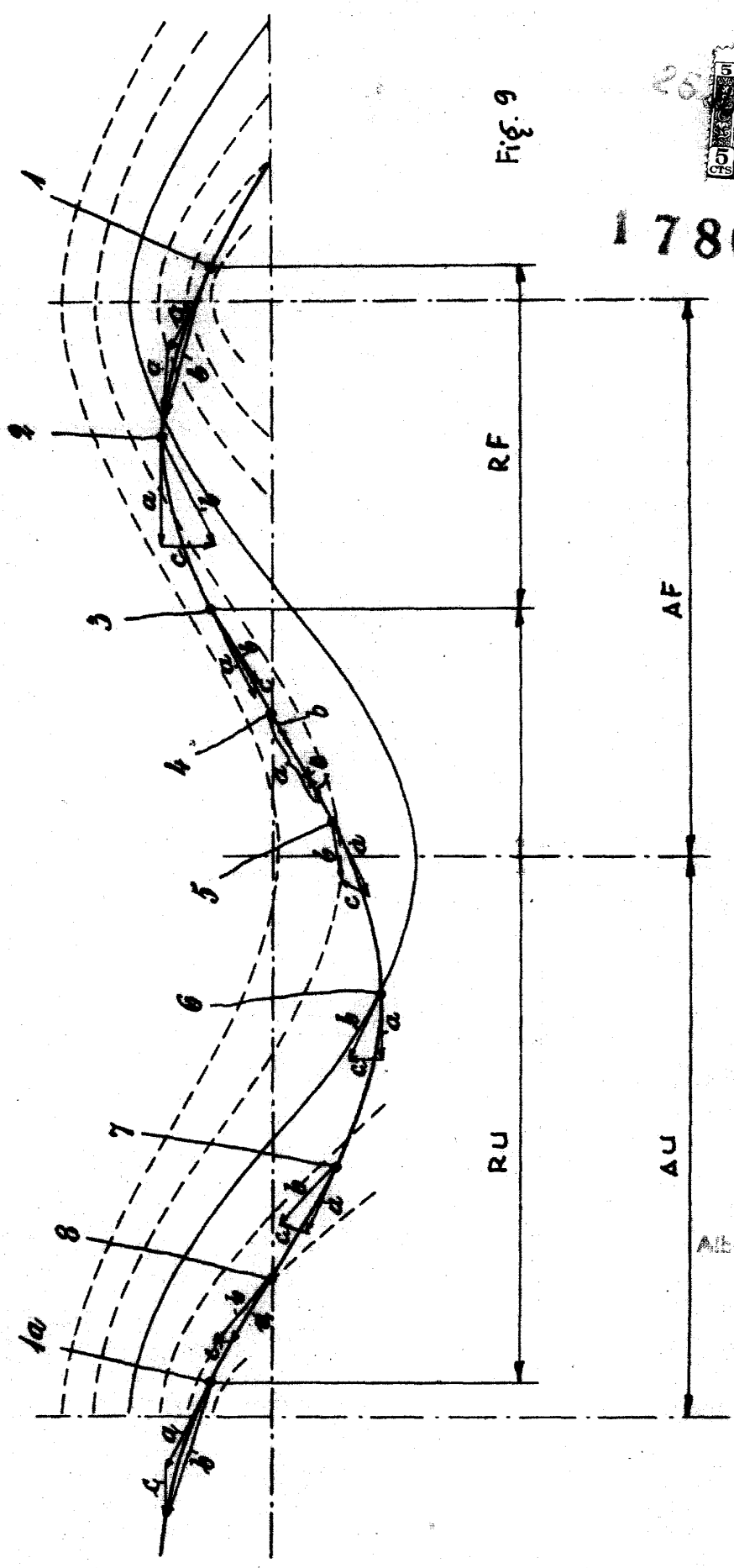
Fig. 8





178629

Fig. 9



Alberic de Eixabuz

1911