



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **3 018 019**

⑮ Int. Cl.:

B07B 1/24 (2006.01)
B07B 4/08 (2006.01)
B07B 9/02 (2006.01)
B07B 1/20 (2006.01)
B65G 53/60 (2006.01)
B04C 9/00 (2006.01)
B65G 53/48 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2020 PCT/EP2020/072882**

⑧7 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2021 WO21028575**

⑨6 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2020 E 20775819 (4)**

⑨7 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024 EP 4013552**

⑮ Título: **Sistema de transporte neumático para separar producto a granel**

⑩ Prioridad:

**14.08.2019 GB 201911632
01.10.2019 GB 201914172**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.05.2025

⑯ Titular/es:

**SCHENCK PROCESS LLC (100.00%)
7901 NW 107th Terrace
Kansas City, MO 64153, US**

⑯ Inventor/es:

**GOODWIN, ANTHONY y
LUCAS, MATHEUS JOHANNES**

⑯ Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 018 019 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).

DESCRIPCIÓN

Sistema de transporte neumático para separar producto a granel

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de transporte neumático que comprende un aparato de alimentación ciclónica. En particular, la presente invención se refiere, por lo tanto, a un sistema de transporte neumático que comprende un recipiente (p. ej., un separador ciclónico) en combinación con un dispositivo de tamizado (p. ej., un dispositivo centrífugo) que es capaz de separar el material transportado neumáticamente en una descarga de polvo sobredimensionado (p. ej., material de desecho) y una descarga de polvo fino (p. ej., material de producto valioso).

10 **Antecedentes de la invención**

15 Los sistemas de transporte neumático se utilizan para transferir materiales tales como partículas o polvos, etc. a través de tuberías cerradas. El aire se utiliza como el mecanismo de transporte, transportando los materiales desde una entrada a una salida del sistema transmitiendo una fuerza propulsora (es decir, una presión positiva) al material. Para funcionar correctamente, el aparato de transporte neumático requiere un diferencial de presión entre la entrada y la salida del sistema. La diferencia de presión generalmente proporciona una bomba en el lado de entrada del sistema.

20 En una aplicación ilustrativa de la técnica anterior, los materiales se transfieren de los camiones a los silos de almacenamiento, a través de un aparato de tamizado o tamizador. El material se bombea transportando aire desde el camión al silo a través del tamizador. Sin embargo, tales sistemas tienen una serie de desventajas significativas. Estas desventajas se abordan en la presente invención.

25 Un tamizador centrífugo es un tipo de tamizador que se utiliza para tamizar, separar y eliminar material de diferentes tamaños con altas tasas de eficiencia. El tamizador contiene un tambor que está orientado sustancialmente de forma horizontal y comprende un vástago, opcionalmente, con paletas unidas a él, que gira a alta velocidad. El material se introduce en el tambor desde un extremo de entrada, usualmente mediante un vástago helicoidal. Mientras el material está dentro del tambor, es empujado a las paredes interiores del tambor mediante fuerza centrífuga debido a la rotación de las paletas unidas al vástago. Las paredes del tambor están revestidas con pantallas perforadas con agujeros. El diámetro de los orificios determina el tamaño de las partículas de material que pueden pasar a través del tamizador. El material viaja a lo largo del tambor, empujado por el conjunto de paletas, hasta que ha sido lo suficientemente pequeño como para pasar a través de las pantallas, o hasta que pasa hasta el extremo del tambor

30 hasta una salida para material sobredimensionado. Una vez que el material ha pasado por las pantallas, se alimenta por gravedad a través de una rampa donde se reintroduce en la tubería de transporte que termina en el interior del silo.

35 Un problema que puede surgir en el sistema ilustrativo de la técnica anterior descrito anteriormente es que las pantallas perforadas pueden obstruirse fácilmente debido a la afluencia de material que entra en el tambor de tamizado. Estas afluencias se deben a la alimentación irregular del material desde el camión. El camión tiene poco control sobre el índice de flujo de masa del material que se introduce en el sistema debido a la naturaleza del proceso de alimentación. La forma de la tolva del camión depende principalmente de las dimensiones del vehículo, y no está diseñada para condiciones ideales de flujo de material. Los grumos grandes y grumos de material del camión pueden bloquear las perforaciones de las pantallas, lo que reduce la eficiencia del tambor de tamizado. Las pantallas pueden bloquearse hasta el punto de que el material no pueda atravesarlas, lo que hace que se introduzca material valioso en la salida de "material sobredimensionado" del tamizador y, por lo tanto, se desperdicie.

40 El tambor también puede sobrelleñarse, lo que resulta en una menor eficiencia de tamizado. Las perforaciones bloqueadas en el tamizador también pueden provocar obstrucciones en el sistema de transporte corriente arriba.

45 Un objeto de al menos un aspecto de la presente invención es evitar o al menos mitigar uno o más de los problemas anteriormente mencionados.

50 Un objeto adicional de al menos un aspecto de la presente invención es proporcionar un aparato de transporte neumático mejorado para separar un rango de materiales tales como partículas y/o polvos que se transportan neumáticamente a través de tuberías.

55 Otro objeto adicional de al menos un aspecto de la presente invención es proporcionar un aparato de transporte neumático mejorado que mantenga la eficiencia del tamizado en un sistema de transporte neumático, y que reduzca el riesgo de que el tamizado se bloquee debido a las fluctuaciones del índice de flujo de masa del material.

60 La patente GB2116064A es un sistema de combustión de lecho fluido presurizado, de circuito cerrado, con medios de dimensionamiento para separar el material de grano fino del grueso utilizando un separador ciclónico y una pantalla alimentada por gravedad y presión.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un aparato para transportar y separar neumáticamente material a granel y los métodos correspondientes, tal como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora, solo a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes figuras:

La figura 1 es una representación de un aparato de alimentación ciclónica según una realización de al menos un aspecto de la presente invención, en donde el aparato de alimentación ciclónica recibe material de un vehículo de descarga y alimenta material a un silo de almacenamiento;

15 La figura 2 es una representación de un aparato de alimentación ciclónica según una realización adicional de al menos un aspecto de la presente invención;

La figura 3 es una vista lateral del aparato de alimentación ciclónica mostrado en la figura 2;

20 La figura 4 es una vista frontal del aparato de alimentación ciclónica mostrado en las figuras 2 y 3;

La figura 5 es una representación de una vista lateral en sección de un aparato de alimentación ciclónica adicional según una realización de al menos un aspecto de la presente invención, en donde el aparato de alimentación ciclónica está unido a un tamizador centrífugo;

25 La figura 6 es una representación del aparato de alimentación ciclónica y el tamizador centrífugo mostrados en la figura 5 con un filtro adicional y una derivación adicional instalada;

La figura 7 es una representación de una vista en sección parcial de un aparato de alimentación ciclónica adicional según una realización de al menos un aspecto de la presente invención que muestra la separación entre la descarga de polvo sobredimensionado (p. ej., material de desecho) y la descarga de polvo fino (p. ej., material de producto valioso);

35 La figura 8 es una representación de un aparato de alimentación ciclónica ilustrativo según una realización de al menos un aspecto de la presente invención que ilustra el flujo de material y aire a través de un separador ciclónico y un tamizador centrífugo durante el uso; y

La figura 9 es una vista en sección transversal ampliada del separador ciclónico mostrado en la figura 8 que ilustra el flujo de material y aire a través del aparato durante el uso.

Descripción detallada

45 En términos generales, la presente invención se refiere, por lo tanto, a un sistema de transporte neumático que comprende un separador ciclónico en combinación con un aparato de tamizado ciclónico que es capaz de separar el material transportado neumáticamente en una descarga de polvo sobredimensionado (p. ej., material de desecho) y una descarga de polvo fino (p. ej., material de producto valioso). Esto se discute más adelante en detalle.

La figura 1 es una representación de un aparato 10 de alimentación ciclónica según la presente invención. Como se muestra en la figura 1, el aparato 10 de alimentación ciclónica es capaz de recibir material de un vehículo 12. El vehículo 12 contiene un silo 14 de transporte que alimenta material a un tamizador vibratorio 16. El tamizador vibratorio 16, que es una característica opcional, sacude el material que se va a transportar y ayuda a preparar el material que se va a transportar neumáticamente al descomponer grumos grandes de material condensado. Después, este material se alimenta al aparato 10 de alimentación ciclónica. El material pasa entonces a través del aparato 10 de alimentación ciclónica que se describe con más detalle a continuación. El material transportado neumáticamente se introduce entonces en un silo 18 de almacenamiento mediante, por ejemplo, cualquier medio adecuado, tal como un tamizador estático (p. ej., una rejilla) 20.

Las figuras 2 a 4 son representaciones de un aparato 100 de alimentación ciclónica adicional según la presente invención.

Las figuras 2 y 3 muestran el material que entra por la dirección identificada por la flecha "A" en la alimentación 120 de entrada. La figura 3 también muestra el material que sale del aparato 100 de alimentación ciclónica a través de la dirección 150. La dirección de la flecha "B" identifica la dirección de la flecha "B".

65 Las figuras 2 a 4 muestran que el aparato 100 de alimentación ciclónica comprende una alimentación 120 de entrada. Através de la alimentación 120 de entrada se lleva a cabo una mezcla de los fluidos 101 y 102 en la cámara 104 de transporte y se inicia el arranque del

tamizador vibrador 16. El material transportado neumáticamente se alimenta entonces a través de un pasaje 122 situado sustancialmente verticalmente, por ejemplo, en forma de tubo. Ubicado a lo largo del pasaje 122 sustancialmente vertical, existe un tamiz grueso 124.

5 El material transportado pasa entonces a través de la entrada 125 a una sección superior de un separador ciclónico 126. El separador ciclónico 126 puede tener un gran volumen, tal como más de 50, 100 o 200 litros. El separador ciclónico 126 está situado de forma sustancialmente vertical a lo largo de un eje 128 sustancialmente vertical del aparato 100 de alimentación ciclónica. El separador ciclónico 126 comprende dos secciones principales. La primera sección superior 130 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. La sección 132 principal inferior tiene forma de embudo para introducir material en el dispositivo 134 de tamizado. Debe tenerse en cuenta que el tamaño y las proporciones de las formas cilíndricas y de embudo pueden variar significativamente de lo que se muestra en las figuras.

10 15 El material se introduce a través de la sección 132 principal inferior del separador ciclónico 126 a través de una salida 136 al dispositivo 134 de tamizado a través de una abertura 146. El dispositivo 134 de tamizado es un dispositivo de tamizado centrífugo. Esto se describe con más detalle a continuación.

Una vez que el material ha pasado a través del separador ciclónico 126 y el dispositivo 134 de tamizado, sale entonces del aparato 100 de alimentación ciclónica a través de una salida 150.

20 25 Las figuras 2 a 4 también muestran que el aparato 100 de alimentación ciclónica comprende un panel 138 de control que se utiliza para controlar el aparato 100 y monitorizar la velocidad de alimentación y el funcionamiento del aparato 100.

30 35 El aparato 100 de alimentación ciclónica también comprende secciones alargadas 140, 142 en forma de colectores que permiten a una carretilla elevadora levantar y maniobrar fácilmente el aparato 100 de alimentación ciclónica.

También se muestra un dispositivo de control neumático 144 que se usa para controlar la alimentación neumática.

40 45 Las figuras 2 a 4 también muestran que hay un conducto generalmente denominado 160 que se extiende desde debajo del dispositivo de tamizado hasta por encima del separador ciclónico 126. En particular, el conducto 160 tiene la forma de un tubo que se extiende desde debajo de una rampa 162 ubicada debajo del dispositivo 134. El conducto 160 comprende una sección sustancialmente vertical que puede comprender un tamiz 164. El conducto 160 se extiende entonces por encima del separador ciclónico 126 y, a continuación, se conecta a una sección superior del separador ciclónico 126 a través de una sección del tubo 168 y una entrada 166 ubicada en la parte superior.

50 55 La función del conducto 160 es tomar el aire separado del separador ciclónico 126 y volver a introducir el aire en la tubería de transporte neumático, a través de la salida 150. Este novedoso proceso de utilizar el aire separado para continuar transportando el material después del dispositivo 134 de tamizado tiene muchos beneficios. Uno de tales beneficios es que solo es necesario que haya una fuente de aire impulsor para transportar el material a través de todo el sistema. El aire que se utiliza para introducir el material en el aparato 100 de alimentación ciclónica es el mismo que el aire utilizado para transportar el material fuera del aparato 100. Esto elimina cualquier necesidad de fuentes de energía adicionales dentro del aparato para transportar el aire, haciendo de este modo que el proceso sea más eficaz desde el punto de vista energético.

60 65 La figura 5 representa parte de un aparato 200 de alimentación ciclónica adicional según la presente invención. El aparato 200 de alimentación ciclónica comprende un separador ciclónico 226 que comprende una sección superior 228 y una sección inferior 232. También se muestra una entrada 225 en una sección superior del separador ciclónico 226.

70 75 De particular relevancia, la figura 5 muestra un dispositivo 234 de tamizado. El dispositivo 234 de tamizado es generalmente un elemento cilíndrico sustancialmente hueco que está situado de forma sustancialmente horizontal. El dispositivo 234 de tamizado comprende un vástagos 227 montado de forma central y sustancialmente horizontal que gira durante el uso, lo que hace que el material sea forzado a las superficies exteriores 270, 272 del dispositivo 234 de tamizado mediante fuerzas centrífugas. Aunque no se muestran, los elementos periféricos y/o sobresalientes, tales como paletas, pueden estar ubicados en el vástagos 227 que ayudan a agitar y/o girar el material. También se muestra una rampa 262. El material tamizado sale a través de la salida 250.

80 85 La figura 6 representa un aparato 300 de alimentación ciclónica adicional según la presente invención. El aparato ciclónico 300 mostrado en la figura 6 es muy similar al aparato ciclónico 200 mostrado en la figura 5.

El aparato ciclónico 300 comprende un separador ciclónico 326 que comprende una sección superior 328 y una sección inferior 332. También se muestra una entrada 325 en la sección superior 328 del separador ciclónico 326. De particular relevancia, la figura 5 muestra un dispositivo 334 de tamizado.

El dispositivo 334 de tamizado es generalmente un elemento cilíndrico sustancialmente hueco que está situado de forma sustancialmente horizontal. Un vástago 327, que comprende opcionalmente elementos periféricos y/o sobresalientes, tales como paletas, gira durante el uso, lo que hace que el material sea forzado a las superficies exteriores 370, 372 del dispositivo 334 de tamizado mediante fuerzas centrífugas. También se muestra una rampa 362. El material tamizado sale a través de la salida 350.

El aparato 300 de alimentación ciclónica también comprende una pantalla gruesa 380 que se utiliza para filtrar material antes de entrar en el separador ciclónico 326. La pantalla gruesa 380 puede tener un tamaño de rango de pantalla de aproximadamente 10-30 mm o aproximadamente 15 mm. También se muestra una pantalla fina 382 que asegura una derivación de aire. La pantalla fina 382 puede tener un tamaño de rango de pantalla de aproximadamente 0,5 - 5 mm o aproximadamente 2 mm.

La derivación de aire con ciclón permite que el producto transportado neumáticamente tenga la posibilidad de ser tamizado porque la velocidad del aire y/o el volumen fluctúan debido a un rango de factores tales como una cualquiera de los siguientes o una combinación de ellos: configuraciones de transporte neumático establecidas por el conductor del camión; suministro de aire; cantidad de producto y un silo cisterna en un vehículo; una variedad de tubos que pueden utilizarse en diferentes aparatos; y la presión cae en cualquier parte de los sistemas.

El aparato ciclónico 200, 300 mostrado en las figuras 5 y 6 puede utilizarse en las realizaciones mostradas en las figuras 1 a 4.

La figura 7 es una representación de una vista en sección parcial de un aparato 400 de alimentación ciclónica adicional según la presente invención. El aparato 400 de alimentación ciclónica se muestra en una vista en sección parcial que ilustra el recorrido del material transportado neumáticamente a través del aparato 400. Esto se discutirá ahora.

Como se muestra en la figura 7, el material 401 de alimentación de polvo se introduce en una tolva 402. El material 401 de alimentación de polvo puede alimentarse desde un silo 14 de transporte como se muestra en la figura 1. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el material 401 de alimentación de polvo puede alimentarse desde cualquier ubicación o sistema de almacenamiento.

Por lo tanto, el material 401 de alimentación de polvo se alimenta por gravedad a través de la tolva 402 a un separador ciclónico 404. El separador ciclónico 404 será similar al mostrado en las figuras 2 a 5. Como se muestra en la figura 7, el separador ciclónico 404 está ubicado de forma sustancialmente vertical. El separador ciclónico 404 comprende una sección superior a través de la cual se introduce el material 401 desde la tolva 402 y una sección inferior. Dentro del separador ciclónico 404 se forma un vórtice de aire y material particulado donde puede producirse la separación del material 401. Esto se discute con más detalle a continuación.

Como se muestra en la figura 7, el material sale del separador ciclónico 404 a lo largo de una trayectoria sustancialmente horizontal hacia el dispositivo de tamizado generalmente denominado 415. El material puede introducirse en el dispositivo 415 de tamizado a través de cualquier medio adecuado, tal como un vástago helicoidal.

El dispositivo 415 de tamizado tiene una carcasa exterior 410 que puede contener una abertura en forma de puerta que puede permitir la inspección y el mantenimiento del dispositivo 415 de tamizado.

La figura 7 también muestra que hay un vástago 412 montado sustancialmente en el centro que se extiende sustancialmente de forma horizontal a través del dispositivo 415 de tamizado. Aunque no se muestra, el vástago 412 montado sustancialmente en el centro puede comprender elementos periféricos y/o sobresalientes, tales como paletas, que pueden ayudar a agitar y/o girar el material dentro del dispositivo de tamizado.

La figura 7 también muestra que el dispositivo 415 de tamizado comprende un tamiz 414 sustancialmente cilíndrico montado de forma sustancialmente horizontal dentro del cual el material 401 de alimentación de polvo gira y circula a una velocidad de: aproximadamente 100 - 1000 rpm; aproximadamente 200 - 750 rpm o aproximadamente 500 rpm. La velocidad varía según los diferentes tamaños de máquinas y los diámetros de rotación involucrados.

El tamiz cilíndrico 414 comprende una estructura en forma de malla con una serie de pequeñas aberturas. Las aberturas en la estructura en forma de malla pueden tener un diámetro de sección transversal de cualquiera de los siguientes: aproximadamente 50 mm; aproximadamente 100 mm; aproximadamente 200 mm; aproximadamente 300 mm; aproximadamente 380 mm; aproximadamente 400 mm; aproximadamente 500 mm; aproximadamente 600 mm; aproximadamente 700 mm; aproximadamente 800 mm; aproximadamente 900 mm; aproximadamente 1000 mm; o aproximadamente 2000 mm. Alternativamente, las aberturas pueden tener un diámetro de sección transversal de cualquiera de los siguientes: aproximadamente 100 - 1000 mm; aproximadamente 200 - 750 mm; aproximadamente 300 - 500 mm; o aproximadamente 300 - 400 mm.

La estructura en forma de malla permite que el material 422 particulado fino pase a través del tamiz cilíndrico 414 y salga como se muestra como una descarga 422 de polvo fino a través de una salida 430 ubicada debajo del dispositivo 415 de tamizado.

El tamaño de la sección transversal de las partículas de descarga 422 de polvo fino se selecciona entre cualquiera de los siguientes: de aproximadamente 50 micras a aproximadamente 50 mm; aproximadamente 100 micras a 10 mm; o aproximadamente 200 micras a 10 mm.

- 5 La descarga 422 de polvo fino es un material de producto valioso. Se ha descubierto que la presente invención permite la captura de un porcentaje mucho mayor de material de descarga 422 de polvo fino en comparación con los sistemas de la técnica anterior. Esto se debe a que entran menos "grumos" de material en el dispositivo 415 de tamizado, debido a la presencia del separador ciclónico 404. El separador ciclónico 404 mantiene un índice de flujo de masa de material casi constante en su salida, antes de introducirse en el dispositivo 415 de tamizado. El índice de flujo de masa constante recibido por el dispositivo 415 de tamizado evita que el dispositivo 415 de tamizado se obstruya y se vuelva menos eficiente.
- 10 15 El material particulado más grande (p. ej., material de desecho) se retiene dentro del tamiz cilíndrico 414 y sale a través de una salida 440 como una descarga 420 de polvo sobredimensionado. El tamaño de las partículas de descarga 420 de polvo sobredimensionado es mayor que las aberturas u orificios del tamiz cilíndrico 414.
- 20 La figura 7 también muestra que el aparato 400 de alimentación ciclónica comprende un conjunto 416 de liberación que, en algunas realizaciones, puede ser un conjunto de cesta de liberación rápida. También hay un motor 408 que se utiliza para proporcionar rotación al vástag 412 ubicado en el dispositivo 415 de tamizado.
- 25 Además, se muestra una puerta 418 de inspección que puede tener bisagras y abrirse rápidamente para permitir un acceso fácil y rápido. También hay una rampa 440 que recoge el material de polvo fino que sale como una descarga 422 de polvo fino.
- 30 35 La figura 8 es un aparato de alimentación ciclónica adicional según la presente invención denominado generalmente 500. El aparato 500 de alimentación ciclónica es similar al aparato descrito anteriormente en las figuras 1 a 7.
- 40 El aparato 500 de alimentación ciclónica comprende un separador ciclónico 526 que está ubicado de forma sustancialmente vertical. El separador ciclónico 526 comprende una sección superior 528 que es sustancialmente cilíndrica y una sección inferior 532 que canaliza el material hacia abajo en un dispositivo 534 de tamizado.
- 45 Como se muestra en la figura 8, el material particulado entra a través de una entrada 512 en la sección superior 528 del separador ciclónico 526. Aunque no se muestra, puede haber más de una, dos, tres o una pluralidad de entradas que introducen material particulado en el separador ciclónico 526.
- 50 55 En la figura 8 se muestra una realización preferida donde la entrada 512 hace pasar el material particulado en una dirección sustancialmente tangencial hacia el separador ciclónico 526, que tiene una forma sustancialmente cilíndrica. La dirección tangencial es tangencial a un eje central que se extiende a través del centro del separador ciclónico 526. Se ha descubierto que la dirección tangencial del material particulado es la preferida, pero se pueden utilizar otras direcciones de entrada para el material.
- 60 65 El material puede alimentarse a una velocidad "V" en el separador ciclónico 526 en un rango de: aproximadamente 5 m/s a 100 m/s; aproximadamente 20 m/s a aproximadamente 60 m/s o aproximadamente 8 m/s a 50 m/s. Alternativamente, el material puede alimentarse a una velocidad "V" en el separador ciclónico 526 en un rango de: aproximadamente 5 m/s; aproximadamente 10 m/s; aproximadamente 20 m/s; aproximadamente 30 m/s; aproximadamente 40 m/s; aproximadamente 50 m/s; aproximadamente 60 m/s; aproximadamente 60 m/s; aproximadamente 70 m/s; aproximadamente 80 m/s; aproximadamente 90 m/s o aproximadamente 100 m/s.
- 70 Como se muestra en la figura 8, el material particulado 528 se hace girar entonces en un vórtice ciclónico debido a la rotación del aire dentro del separador ciclónico 526. El aire transportado neumáticamente y el material particulado alimentado en la entrada 512 provocan la rotación en vórtice ciclónico del aire y el material particulado dentro del separador ciclónico 526. Durante el movimiento ciclónico del material particulado, el material particulado es forzado a las superficies exteriores del separador ciclónico 526 de manera similar a un vórtice.
- 75 El material particulado pasa entonces a través de una salida 536 del separador ciclónico 526 y entra en un canal 538 situado sustancialmente de forma horizontal. A través del canal 538, el material se alimenta después a través de, por ejemplo, un vástag helicoidal, y se transporta neumáticamente al dispositivo tamizador 534. El vástag helicoidal puede accionarse mediante un motor.
- 80 Como se muestra en la vista en sección transversal de la figura 8, el dispositivo tamizador 534 comprende un tamiz 540 hueco cilíndrico orientado sustancialmente longitudinalmente. Por ejemplo, el tamiz cilíndrico 540 puede tener la forma de un tambor. El tamiz cilíndrico 540 comprende una estructura en forma de malla con una serie de pequeñas aberturas con el diámetro de la sección transversal. Alternativamente, el tamiz cilíndrico 540 puede comprender y estar revestido con una serie de pantallas perforadas con orificios.

- Las aberturas de la estructura en forma de malla tienen un diámetro de sección transversal de cualquiera de los siguientes: aproximadamente 50 mm; aproximadamente 100 mm; aproximadamente 200 mm; aproximadamente 300 mm; aproximadamente 380 mm; aproximadamente 400 mm; aproximadamente 500 mm; aproximadamente 600 mm; aproximadamente 700 mm; aproximadamente 800 mm; aproximadamente 900 mm; aproximadamente 1000 mm; o aproximadamente 2000 mm. Alternativamente, las aberturas tienen un diámetro de sección transversal de cualquiera de los siguientes: aproximadamente 100 - 1000 mm; aproximadamente 200 - 750 mm; aproximadamente 300 - 500 mm; o aproximadamente 300 - 400 mm.
- 5
- 10 Se muestra un transportador helicoidal 537 que transfiere el material desde la salida 536 del separador ciclónico 526 a lo largo y al interior del dispositivo tamizador 534. Sin embargo, se puede utilizar cualquier tipo de dispositivo adecuado para ayudar a la transferencia del material al dispositivo tamizador 534.
- 15 También se muestra un vástago 535 que contiene una serie de elementos 539 periféricos y/o sobresalientes (p. ej., paletas) que se utilizan para ayudar a agitar y/o girar el material. Por lo tanto, el vástago 535 gira y se acciona mediante el motor M, tras lo cual los elementos 539 periféricos y/o sobresalientes (p. ej., paletas) fuerzan el material hacia el exterior hacia el tamiz cilíndrico 540. Esto permite que se produzca la separación del material bajo fuerzas centrífugas en material particulado cada vez más grande.
- 20
- 25 También se muestra una rampa 562. El material tamizado sale a través de la salida 544.
- 30 La estructura en forma de malla permite que el material 542 particulado fino pase a través del tamiz cilíndrico 534 y salga, como se muestra, como una descarga 544 de polvo fino a través de una salida 546 desde la parte inferior del aparato 500 de alimentación ciclónica. El tamaño de las partículas de descarga 544 de polvo fino es menor que el tamaño de las aberturas en la estructura en forma de malla.
- 35
- 40 El material particulado de mayor tamaño se retiene dentro del tamiz cilíndrico 540 y sale a través de una salida 550 como una descarga de polvo sobredimensionada. El tamaño de las partículas de descarga de polvo sobredimensionadas es mayor que el tamaño de las aberturas en la estructura en forma de malla en el tamiz cilíndrico 540. El índice de flujo de las partículas de descarga de polvo sobredimensionado puede depender de la eficiencia del proceso de tamizado, es decir, una mayor tasa de eficiencia de tamizado = un índice de flujo más baja de partículas sobredimensionadas.
- 45
- 50 La figura 8 también muestra que hay un conducto (o pasaje) 570 que conecta la sección superior 528 del separador ciclónico 526 y la salida 546 desde la parte inferior del aparato 500 de alimentación ciclónica. Por lo tanto, hay un flujo de aire desde una abertura 572 ubicada en una superficie superior del separador ciclónico 526 a lo largo del conducto (o pasaje) 570 hasta la salida 546 ubicada debajo del dispositivo 534 de tamizado. Se ha descubierto que esto es neumáticamente eficaz para transportar el material y el aire. El aire neumático transportado adicionalmente a lo largo del conducto (o pasaje) 570 puede, por lo tanto, recoger y ayudar a la transferencia de la descarga 544 de polvo fino. Esta es una ventaja específica de la presente invención porque hay un uso altamente eficaz del aire transportado neumáticamente en todo el sistema.
- 55
- 60 El material que sale por la salida 546 en la parte inferior del aparato 500 de alimentación ciclónica puede entonces recogerse y continuar transportándose.
- 65 La figura 9 es una vista en sección transversal ampliada del separador ciclónico 526 mostrado en la figura 8. Se muestra que el material particulado 580 se lanza contra las paredes laterales de la sección superior 528 del separador ciclónico 526 y después se canaliza hacia abajo hacia la sección inferior 532 del separador ciclónico 526. El aire y el material alimentados neumáticamente se alimentan tangencialmente a través de la entrada 512 al separador ciclónico 526 a una tasa suficiente para provocar un vórtice dentro del separador ciclónico 526 para permitir que comience a producirse la separación del material.
- 70
- 75 La figura 9 muestra claramente que el ciclón (es decir, vórtice) de aire forma una masa giratoria de material 580 contra las paredes laterales del separador ciclónico 526. Por lo tanto, el material que se forma contra las paredes laterales del separador ciclónico 526 forma, por ejemplo, una forma tubular.
- 80
- 85 Una ventaja específica de la masa giratoria del material 580 en el separador ciclónico 526 es que la masa giratoria del material particulado 580 tiene la capacidad de absorber los aumentos repentinos en la alimentación del material ajustando la dimensión del grosor "T" y la densidad del material particulado 580 que se fuerza contra las superficies internas del separador ciclónico 526. La dimensión "T" que muestra el grosor de la forma tubular del material particulado que circula en forma de ciclón se muestra en la figura 9.
- 90
- 95 La velocidad 'V' del aire y del material particulado que se introduce en el separador ciclónico 526 tiene que ser lo suficientemente alta como para hacer que el material particulado gire y forme, por ejemplo, una forma sustancialmente tubular. La velocidad requerida 'V' del aire y del material particulado que se alimenta en el separador ciclónico 526 cambia con diferentes materiales, pero típicamente está en el rango de: de 5 m/s a 100 m/s; o de 8 m/s a 50 m/s.

Como se describe con referencia a la figura 8, después de que el aire haya creado un ciclón, sale hacia arriba por el centro del separador ciclónico 526 a través de la salida 572.

5 El aparato descrito en la presente invención tiene una serie de ventajas y beneficios técnicos. Los tamizadores centrífugos descritos en la presente invención utilizan una pantalla de abertura fina para separar el material en una descarga de polvo sobredimensionado (p. ej., producto de desecho) y una descarga de polvo fino (p. ej., producto deseado). Una pantalla de "gran" abertura puede tolerar las variaciones instantáneas en el índice de flujo de masa y el flujo de aire que se producen de forma inherente en los sistemas de transporte neumático. La tendencia del mercado es utilizar aberturas "más finas" para separar el residuo y el producto. Cuanto más fina es la abertura, menos tolerante es la pantalla al aire y a las variaciones del aire que entra en la alimentación mediante transporte neumático. Los presentes inventores han descubierto que es muy ventajoso en tales situaciones utilizar un separador ciclónico (es decir, una centrífuga ciclónica) para suavizar el flujo de masa amortiguando las fluctuaciones en el cuerpo del ciclón y también separando el aire del material que utiliza el ciclón. Se ha descubierto que la combinación de estos dos aspectos (es decir, el separador ciclónico y el tamizador centrífugo) proporciona un sistema más estable con fluctuaciones de flujo de masa reducidas. El flujo de material y aire separados se presenta entonces a la pantalla de abertura fina del tamizador ciclónico. Esto permite que el tamizador centrífugo pase una mayor cantidad de material de lo que sería el caso en el corto tiempo de residencia que el material tiene en el tamizador centrífugo. Esto da como resultado que se separe menos material de desecho (es decir, descarga de polvo sobredimensionado) y más producto (es decir, descarga de polvo fino), incluso si se utiliza una pantalla de abertura más fina en el tamizador centrífugo.

10 20 Esta es una ventaja significativa con respecto a los sistemas de la técnica anterior.

Por lo tanto, los presentes inventores han descubierto que es técnicamente ventajoso tomar un ciclón que usualmente se utiliza para separar aire y material a presión atmosférica y usarlo a presión positiva (es decir, por encima de la presión atmosférica) para almacenar material para amortiguar la variación constante en el flujo de masa inherente al transporte neumático. También se ha descubierto que la utilización del ciclón a presión positiva proporciona la ventaja adicional de que el aire presurizado positivamente se puede reutilizar para transportar neumáticamente el "producto" desde el tamizador centrífugo hasta el proceso corriente abajo. Esto se muestra en la figura 8 utilizando el conducto 570. Esto proporciona el beneficio adicional de evitar la necesidad de una segunda fuente de energía de transporte neumático que, de otro modo, se requeriría. Existen claros beneficios ambientales y comerciales al tener solo el requisito de una fuente de energía de transporte neumático.

Ejemplo

35 Como un ejemplo específico, ahora comparamos la utilización de un tamizador vibrador de la técnica anterior para separar material tal como la harina de trigo en comparación con el aparato según la presente invención que utiliza la combinación de un separador ciclónico y un tamizador centrífugo como se muestra en las figuras 8 y 9.

40 Se ha descubierto que la utilización de la combinación de separador ciclónico y tamizador centrífugo permite utilizar anchos de malla más pequeños en el tamizador centrífugo, se logra un mayor rendimiento, se reduce significativamente la desaglomeración del material particulado que se transporta y se puede lograr un tamizado mucho más fino.

45 La utilización de un tamizador vibratorio de la técnica anterior con un tamaño de malla de 50/70 μm se comparó con el aparato 500 según la presente invención en el que se utiliza una combinación de un separador ciclónico 526 y un dispositivo 534 tamizador ciclónico con un tamaño de malla de 50/70 μm .

50 Utilizando el sistema de la técnica anterior con un tamizador vibratorio, se logró lo siguiente. Capacidad de harina de trigo:

55 D50 = 50/70 micras

MW 2 mm \approx 30 - 35 T/h

MW 5 mm \approx 40 - 45 T/h.

55 En comparación, utilizando la combinación de la presente invención del separador ciclónico y un tamizador ciclónico, se logró lo siguiente: Capacidad de harina de trigo:

60 D50 = 50/70 micras

MW 2 mm \approx 5 - 6 T/h.

MW 5 mm \approx 15 - 20 T/h.

65 Por lo tanto, utilizando la presente invención fue posible lograr una tasa de tonelaje por hora (es decir, T/h) mucho mayor para el material particulado transportado neumáticamente.

- 5 Si bien las realizaciones específicas de la presente invención se han descrito anteriormente, se apreciará que las salidas de las realizaciones descritas aún pueden estar dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, se puede utilizar cualquier tipo adecuado de separador ciclónico y tamizador ciclónico. Además, se puede utilizar cualquier tipo adecuado de tuberías para conectar las diferentes partes del aparato. El aparato de la presente invención también puede utilizarse para transportar cualquier tipo adecuado de material a granel particulado, granular y/o en polvo.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel que comprende:
 - 5 un recipiente (526) para recibir y separar gas (p. ej., aire) y material a granel; al menos una entrada (512) de material ubicada en el recipiente (526) para introducir gas (p. ej., aire) y material a granel en el recipiente (526) y formar un ciclón que separe el gas (p. ej., aire) y el material a granel dentro del recipiente (526);
 - 10 un dispositivo (534) de tamizado para recibir el material a granel del recipiente (526) en donde el material a granel se separa en al menos dos o más descargas de polvo diferentes; y en donde un conducto (570) conecta el recipiente (526) y una salida (546) ubicada debajo del dispositivo (534) de tamizado que permite que un flujo de aire viaje desde el recipiente (526) a lo largo del conducto (570) hasta la salida (546), lo que ayuda a la recolección y transferencia de la descarga (544) de polvo fino,
 - 15 **caracterizado por que** el material a granel se separa mediante fuerzas centrífugas en al menos dos o más descargas de polvo diferentes.
2. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según la reivindicación 1, en donde el recipiente (526) es un separador ciclónico y el dispositivo (534) de tamizado es un dispositivo de tamizado centrífugo que es capaz de separar el material transportado neumáticamente en una descarga de polvo sobredimensionado (p. ej., material de desecho) desde una primera salida de tamizador y una descarga (544) de polvo fino (p. ej., material de producto valioso) desde una segunda salida de tamizador y/o en donde el recipiente (526) tiene una forma sustancialmente cilíndrica con una sección (532) inferior de forma cónica que es utilizado para canalizar material al dispositivo (534) de tamizado.
3. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el recipiente (526) está ubicado de modo sustancialmente vertical durante la utilización y tiene un eje sustancialmente longitudinal que se extiende verticalmente a través del recipiente (526), permitiendo de este modo que el material a granel separado se alimente por gravedad al dispositivo (534) de tamizado, y/o en donde el recipiente (526) comprende dos o una pluralidad de entradas de recipientes de material para la entrada de aire y material a granel en el recipiente (526).
4. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una, dos o una pluralidad de entradas de recipiente de material están ubicadas en el recipiente (526) de modo sustancialmente tangencial al eje longitudinal del recipiente (526), facilitando de este modo la formación de un ciclón de aire y material a granel (es decir, un vórtice) dentro del recipiente (526) y/o en donde el recipiente (526) comprende al menos una o más salidas de aire y/o material que suministran aire y material separados al dispositivo (534) de tamizado.
5. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, durante la utilización, se mantiene un gradiente de presión positivo (es decir, por encima de la presión atmosférica) desde la al menos una entrada (512) de recipiente hasta una salida de transporte neumático ubicada en el dispositivo tamizador (534).
6. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el recipiente (526) comprende al menos una salida más de gas y/o material que está sustancialmente alineada con el eje longitudinal del recipiente (526) y/o en donde el dispositivo (534) de tamizado comprende una entrada de material para recibir aire y/o material del recipiente (526) a través, por ejemplo, de una salida de material del recipiente (526).
7. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (534) de tamizado tiene la forma de una cámara cilíndrica que está colocada de forma sustancialmente horizontal y/o en donde el dispositivo (534) de tamizado está revestido con una serie de perforaciones, tal como en forma de una lámina perforada.
8. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (534) de tamizado comprende un tambor perforado, y/o en donde el dispositivo (534) de tamizado comprende un tamiz sustancialmente cilíndrico montado de forma sustancialmente horizontal (p. ej., un tambor) dentro del cual el material de alimentación de polvo gira y circula a una velocidad de aproximadamente 100 - 1000 rpm; aproximadamente 200 - 750 rpm o aproximadamente 500 rpm.
9. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (534) de tamizado tiene la forma de un tamiz cilíndrico que comprende una estructura en forma de malla con una serie de pequeñas aberturas, teniendo las pequeñas aberturas un diámetro de sección transversal de 100 - 1000 mm, y

- en donde el material particulado más grande (p. ej., material de desecho) se retiene dentro del tamiz cilíndrico y sale por una salida como una descarga de polvo sobredimensionado y el material particulado fino pasa a través del tamiz cilíndrico como una descarga de polvo fino (p. ej., material de producto valioso) y sale por una salida como una descarga de polvo fino.
10. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en donde el dispositivo (534) de tamizado comprende un vástago con elementos periféricos y/o sobresalientes (p. ej., paletas) ubicados en el vástago que, al girar, se utilizan para agitar y/o hacer girar el material dentro del dispositivo de tamizado, tras lo cual, bajo fuerzas centrífugas, el material agitado y/o girado es forzado contra la lámina perforada o un tamiz sustancialmente cilíndrico en forma de un tambor perforado o una estructura en forma de malla que permita la separación del material a granel que se convierta en material particulado más grande y más pequeño y/o
- 15 en donde la rotación del material en el dispositivo (534) de tamizado hace que al menos parte del material a granel pase a través de perforaciones y/o aberturas en el dispositivo (534) de tamizado; y
- 20 en donde el material que pasa a través de las perforaciones del dispositivo (534) de tamizado sale del dispositivo (534) de tamizado a través de una primera salida de material como descarga de polvo fino y es material de producto valioso y el material particulado de mayor tamaño que no puede pasar a través de las perforaciones del dispositivo (534) de tamizado sale del dispositivo (534) de tamizado a través de una segunda salida de material como descarga de polvo sobredimensionado y es material de desecho.
- 25 11. Un aparato (500) para transportar y separar neumáticamente material a granel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aparato también comprende una tolva (402) para alimentar material a granel desde un silo de transporte o cualquier otro sistema de almacenamiento al aparato, y/o el dispositivo (534) de tamizado comprende un accionamiento para hacer girar un tamiz cilíndrico ubicado en el dispositivo (534) de tamizado.
- 30 12. Un método para transportar y separar material a granel que comprende:
- 35 proporcionar un recipiente (526) para recibir y separar gas (p. ej., aire) y material a granel, proporcionar al menos una entrada (512) de material ubicada en el recipiente (526) para introducir aire y material a granel en el recipiente (526) y formar un ciclón que separe el gas (p. ej., aire) y el material a granel dentro del recipiente (526); y
- 40 proporcionar un dispositivo (534) de tamizado para recibir material a granel del recipiente (524) en donde el dispositivo (534) de tamizado separa el material a granel en al menos dos o más descargas de polvo diferentes; en donde un conducto (570) conecta el recipiente (526) y una salida (546) ubicada debajo del dispositivo (534) de tamizado que permite que un flujo de aire viaje desde el recipiente (526) a lo largo del conducto (570) hasta la salida (546), lo que ayuda a la recolección y transferencia de la descarga (544) de polvo fino,
- 45 **caracterizado por que** el material a granel se separa mediante fuerzas centrífugas en al menos dos o más descargas de polvo diferentes.
- 50 13. Un método para transportar y separar material a granel según la reivindicación 12, en donde el aparato (500) utilizado para transportar y separar el material a granel es como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, y en donde, durante el uso, se mantiene un gradiente de presión positivo (es decir, por encima de la presión atmosférica) desde la al menos una entrada (512) de recipiente hasta una o una pluralidad de salidas de transporte neumático ubicadas en el dispositivo (534) de tamizado.
- 55 14. Un método para transportar y separar material a granel según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en donde, durante la utilización, el material se alimenta en la al menos una entrada del recipiente (512) a una velocidad de tal modo que el material dentro del recipiente (526) adopta una configuración tubular ciclónica, y en donde el material pasa desde al menos una salida de material del recipiente manteniendo su configuración tubular ciclónica hasta el dispositivo (534) de tamizado que facilita la separación del aire y el material a granel.
- 60 15. Un método para transportar y separar material a granel según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde el material se alimenta a una velocidad "V" sustancialmente de modo tangencial en el recipiente (p. ej., separador ciclónico) en un rango de aproximadamente 5 m/s a 100 m/s o aproximadamente 8 m/s a 50 m/s, y/o en donde el material a granel gira en un vórtice ciclónico debido a la rotación del aire dentro del recipiente (526) y durante el movimiento ciclónico del material particulado, el material particulado es forzado a las superficies exteriores del recipiente (526) de manera similar a un vórtice y en donde, durante la utilización, el material particulado se arroja contra las paredes laterales de una sección superior del recipiente

(526) y, a continuación, se canaliza hacia abajo hasta una sección inferior (532) del recipiente (526), en donde el ciclón (es decir, un vórtice) de aire forma una masa giratoria de material contra las paredes laterales del recipiente (526) que tiene la capacidad de absorber aumentos y/o disminuciones repentinos en la alimentación del material ajustando la dimensión del grosor "T" y la densidad del material particulado que se fuerza contra las superficies internas del recipiente (526).

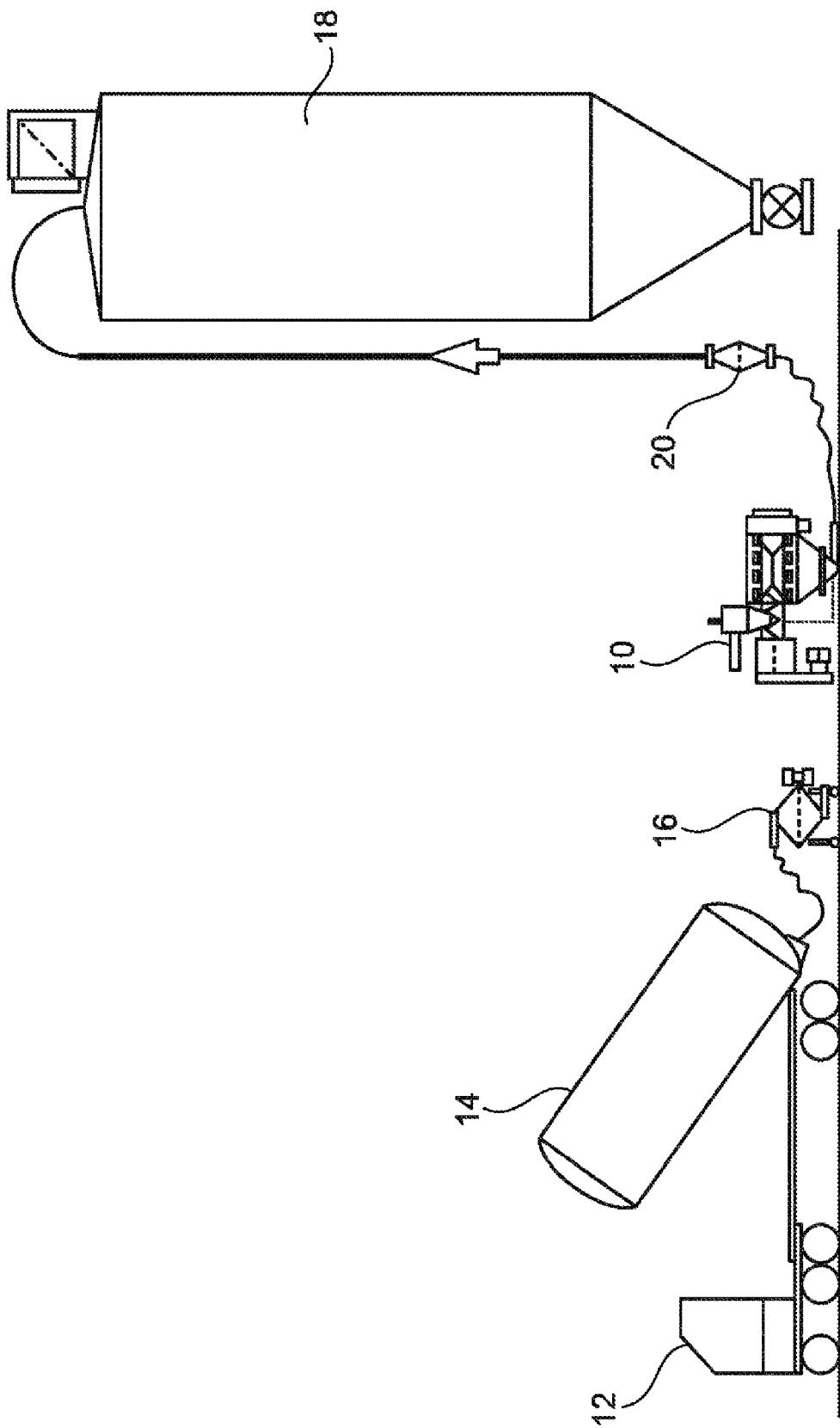


Figura 1

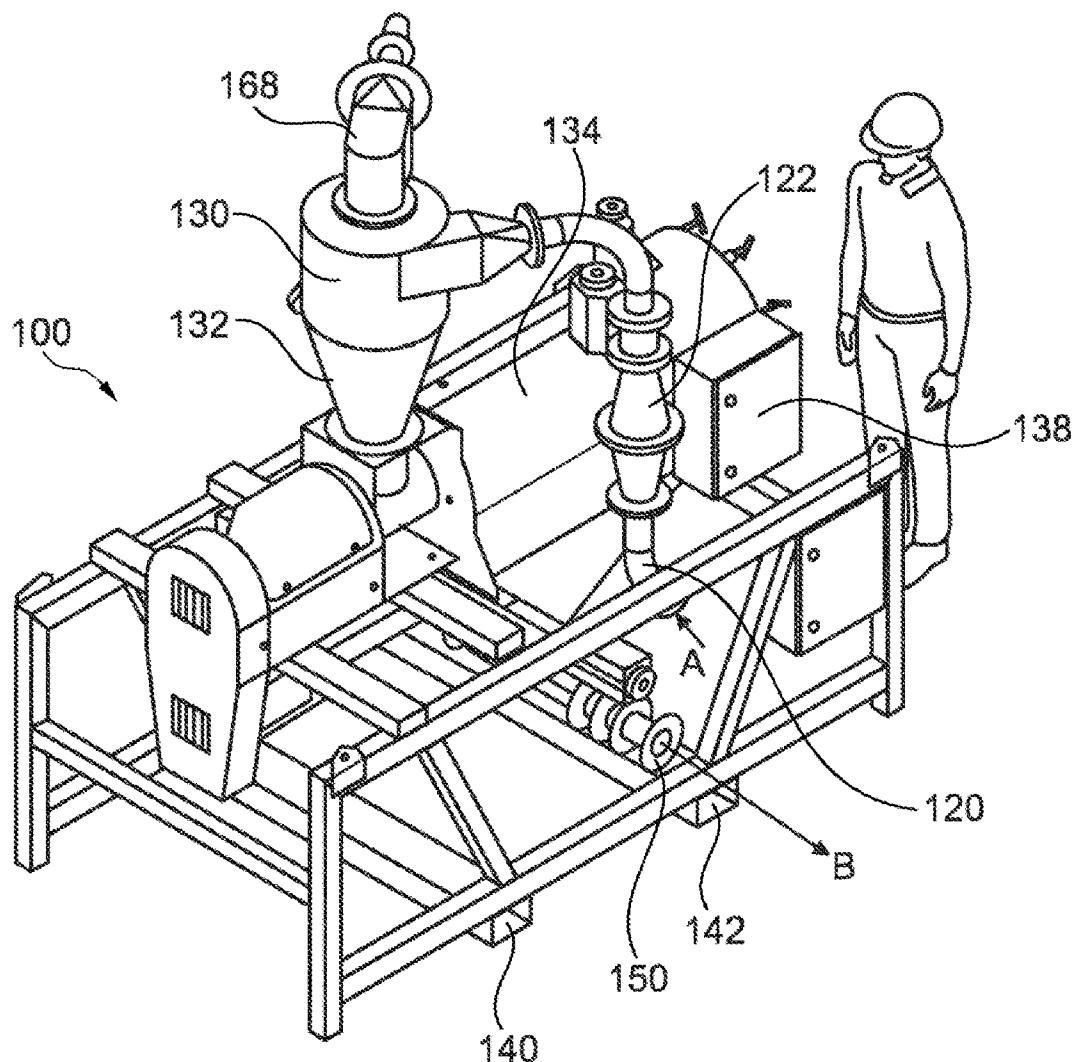


Figura 2

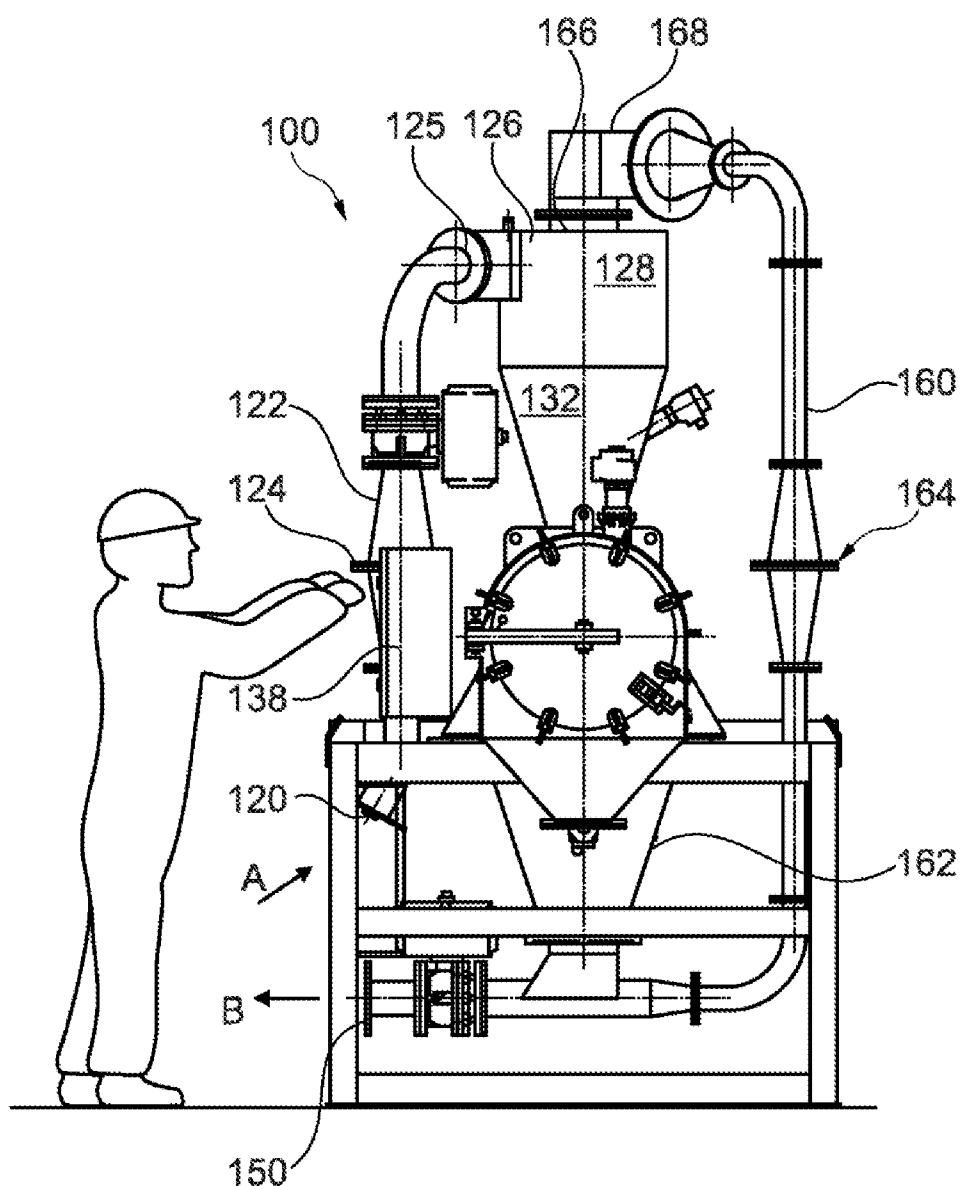


Figura 3

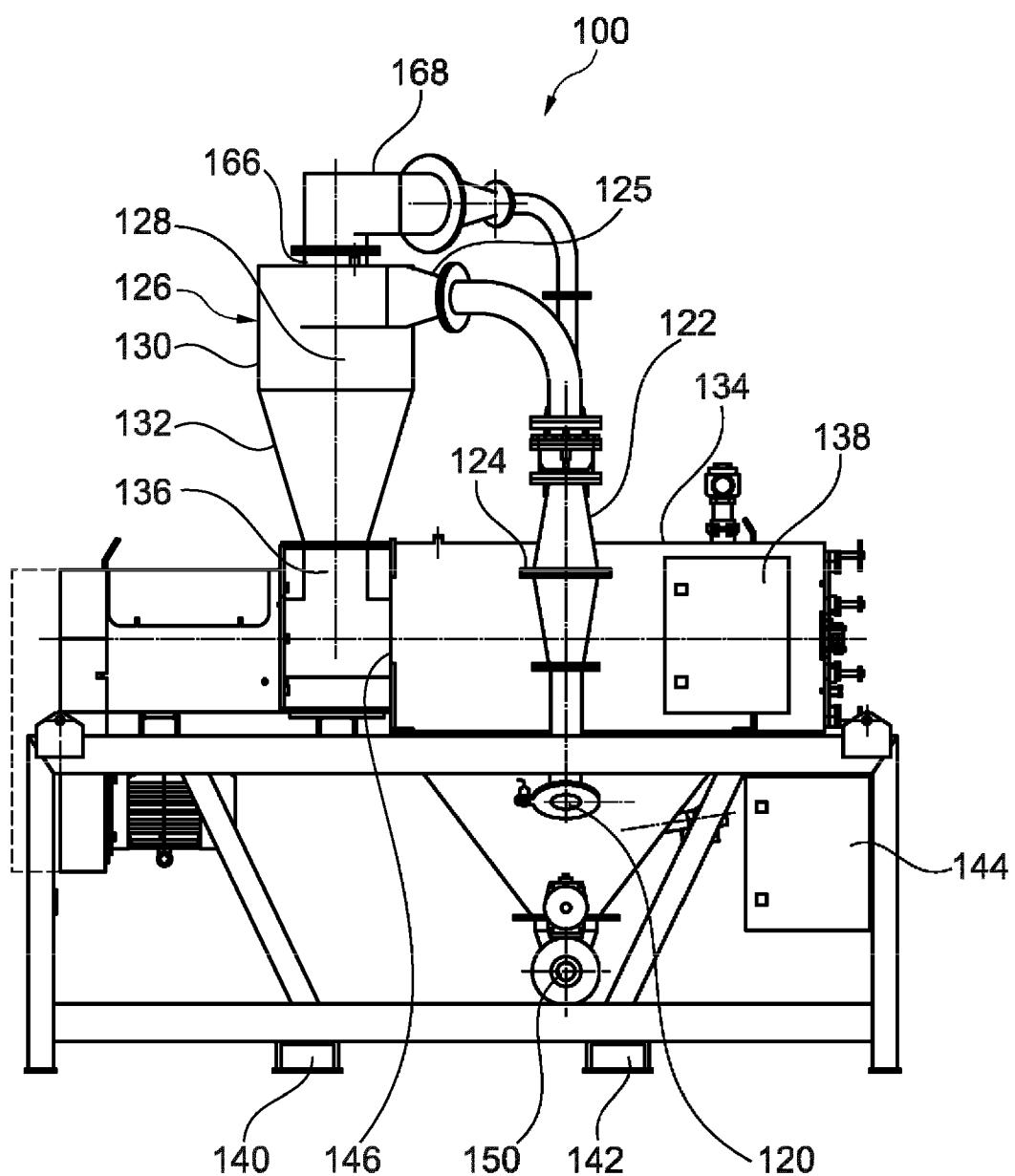


Figura 4

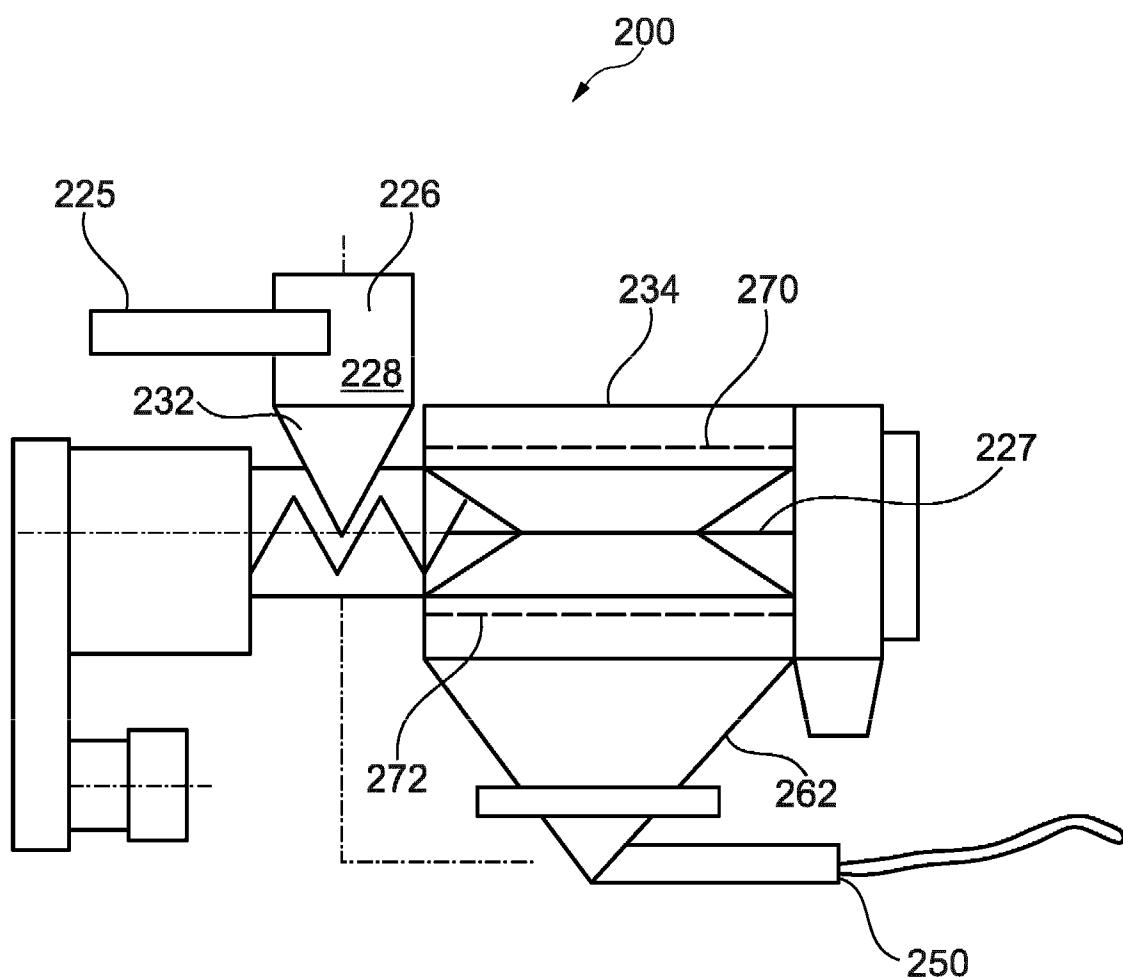


Figura 5

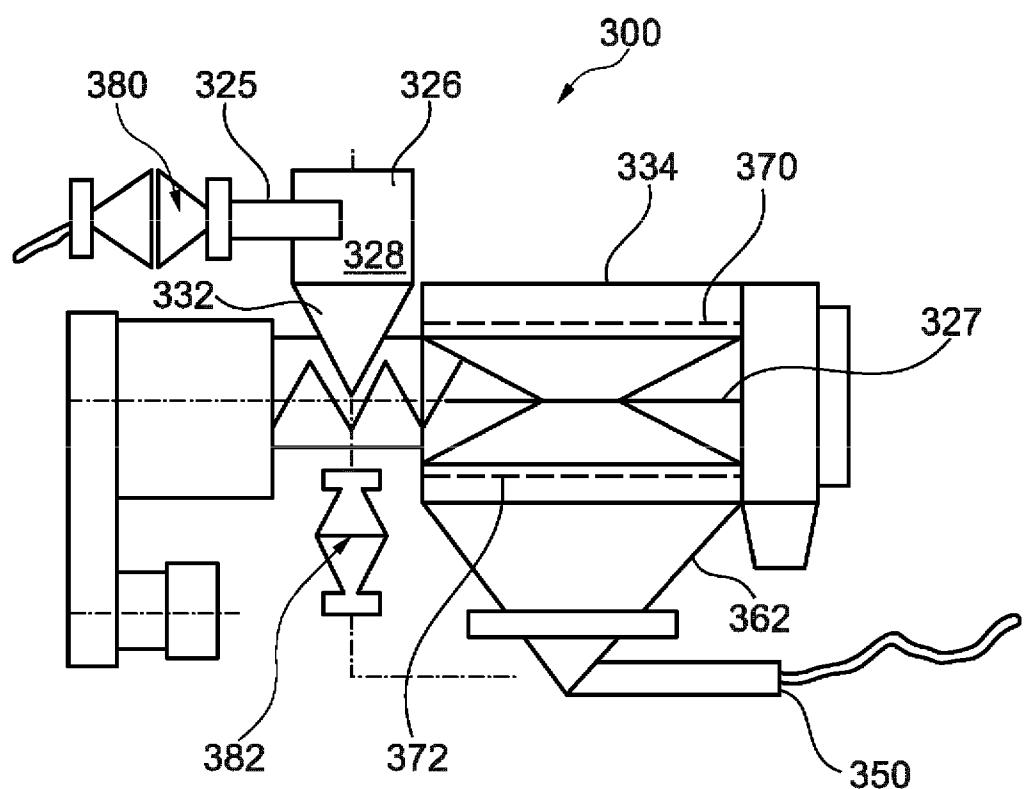


Figura 6

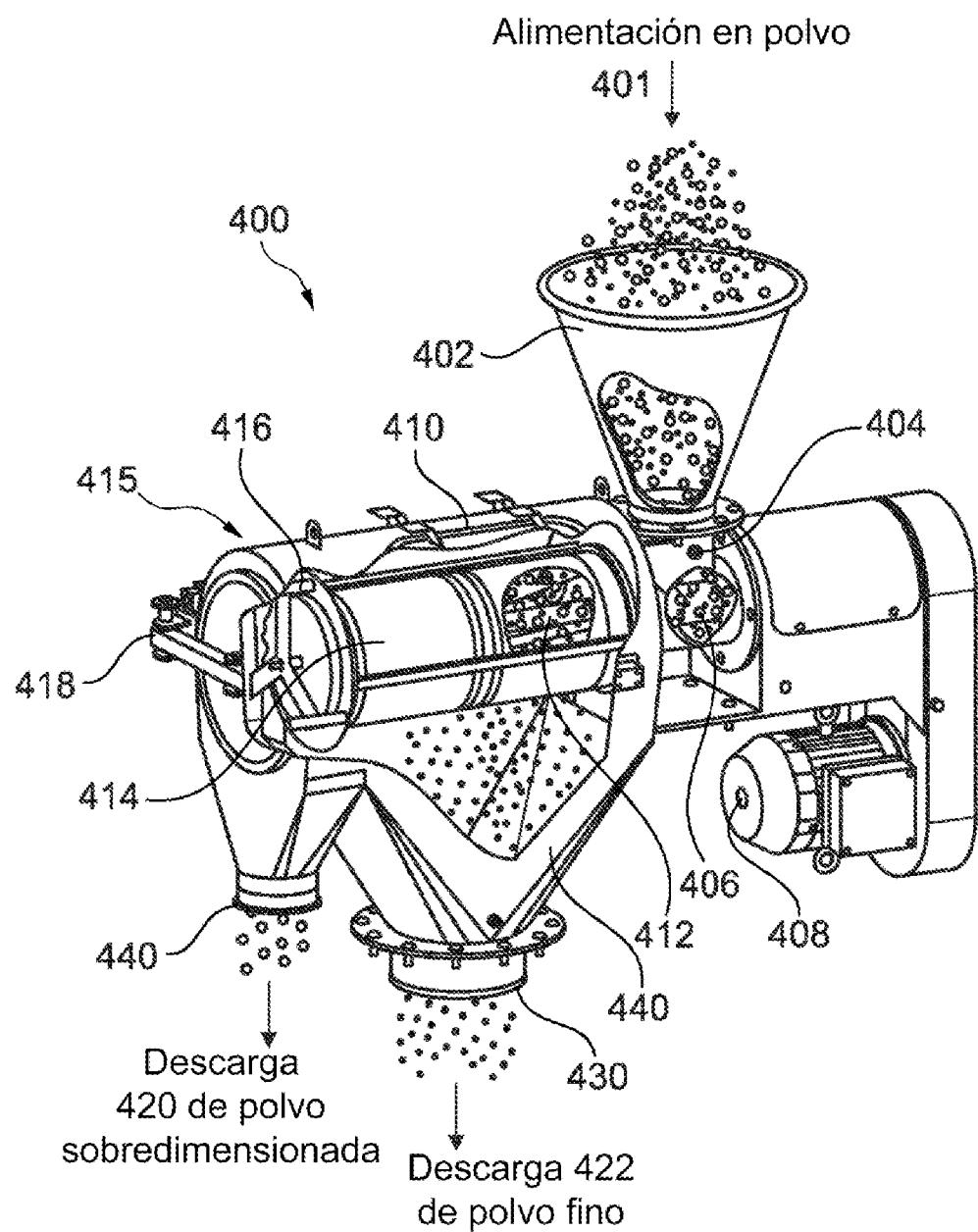


Figura 7

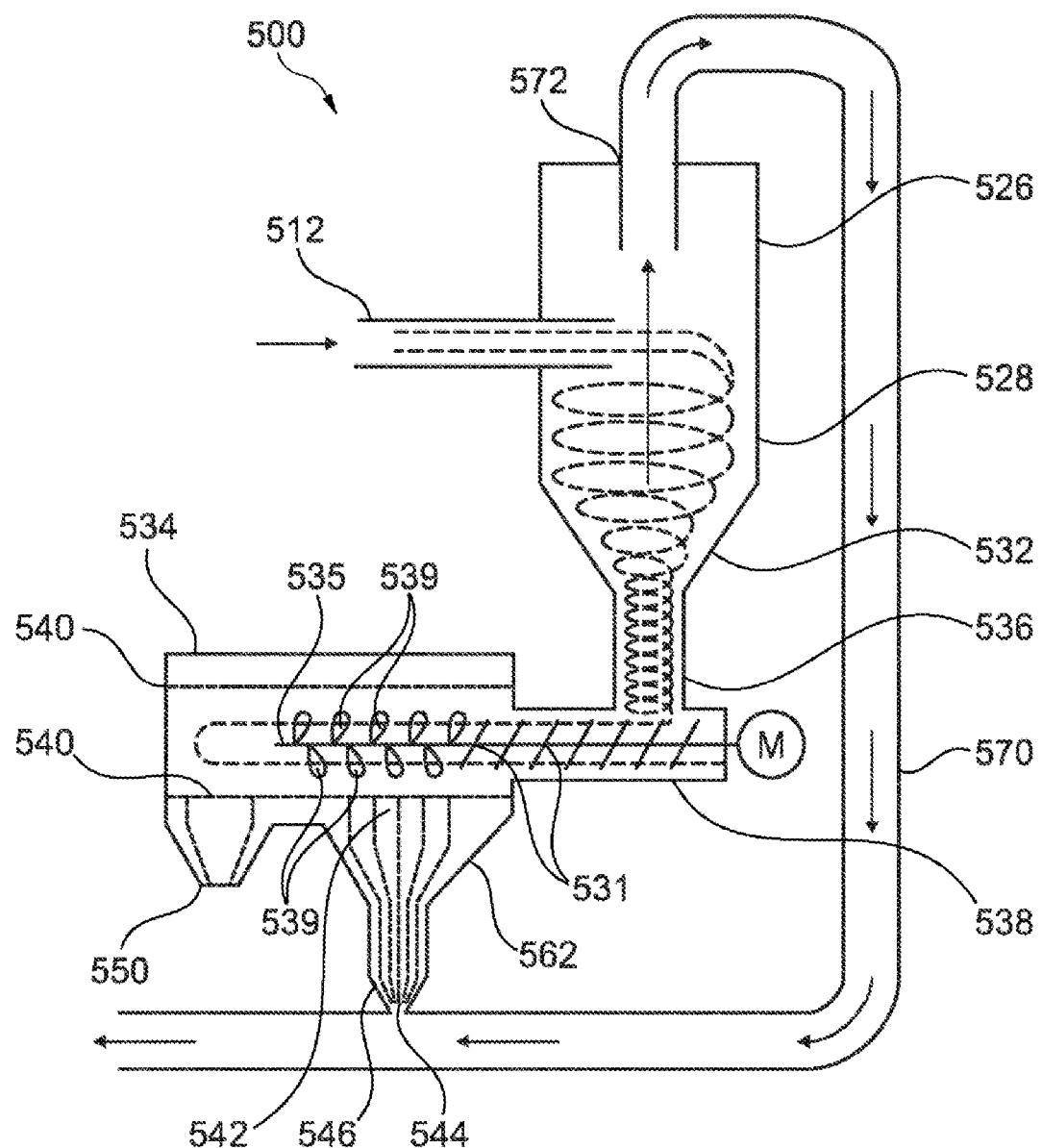


Figura 8

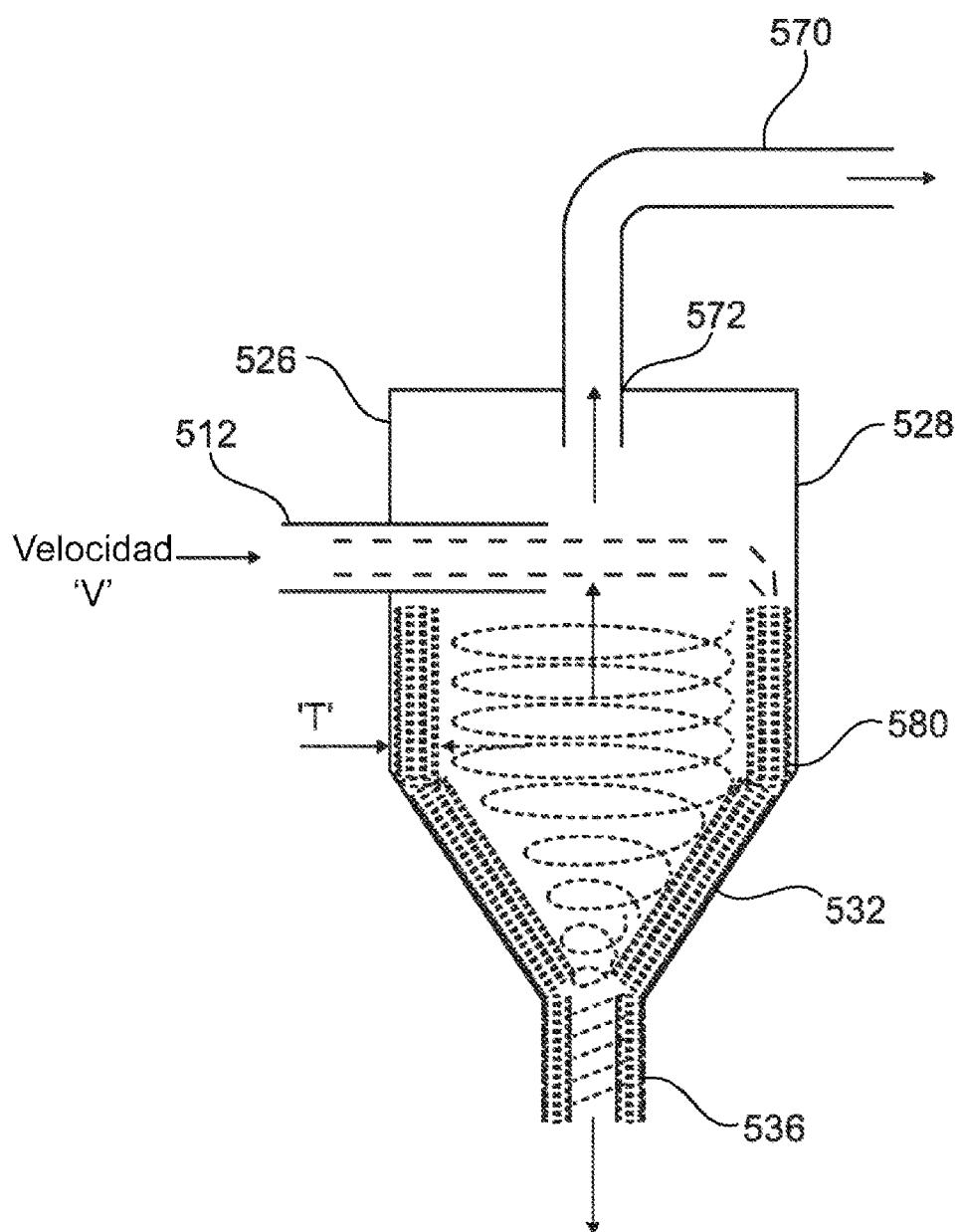


Figura 9