

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 352**

51 Int. Cl.:

**F03G 3/02** (2006.01)

**F03G 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2012 PCT/EP2012/066708**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.06.2013 WO13083303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2012 E 12753117 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2788622**

54 Título: **Turbina accionada por un material en estado sólido**

30 Prioridad:

**09.12.2011 GB 201121173**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**02.10.2018**

73 Titular/es:

**MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN (100.0%)**

**Franz-Josef-Str. 18**

**8700 Leoben, AT**

72 Inventor/es:

**PRENNER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 684 352 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**

Turbina accionada por un material en estado sólido

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un aparato de recuperación de energía, una disposición de transporte de productos, un método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos y un método de uso.

10

Antecedentes de la invención

En muchos campos técnicos, es necesario transportar productos tales como materiales a granel o productos en piezas. Por ejemplo, los productos se pueden mover a lo largo de un primer transportador continuo tal como transportadores de cinta, transportadores de cangilones, RopeCon, transportadores neumáticos o similares, o por ejemplo de una tolva, un canal o un búnker. A partir de estos dispositivos, los productos podrían transferirse a un transportador adicional o podrían descargarse a una estación de procesamiento, una pila de reserva, un camión, un barco, un vagón de ferrocarril o similar. Los sistemas convencionales de transporte de productos sufren un alto consumo de energía.

20

El documento US 6,206,141 B1 divulga un motor de gravedad que utiliza la energía potencial de una masa inicial situada a una altura relativa. Esta energía potencial se puede convertir en energía cinética. Este motor de gravedad comprende un recipiente de almacenamiento capaz de contener una cantidad de material fragmentado y que tiene una base con un primer canal para sacar el material fragmentado de la base, un segundo canal con una salida y un cilindro de guía de la salida, una rueda con paletas que hacen girar un rotor. Mientras gira, cada paleta puede recoger un volumen del material fragmentado y actuar como un par motor alrededor de un eje central, causando de este modo la rotación de la rueda alrededor del eje central, a una velocidad correspondiente a la energía cinética del volumen del material fragmentado. El rotor comprende medios para la fijación articulada a una parte de maquinaria.

25

30 Objeto y resumen de la invención

Un objetivo de la invención consiste en permitir el transporte de productos de una manera eficiente.

35

Para lograr el objetivo definido anteriormente, se proporciona un aparato de recuperación de energía, una disposición de transporte de productos, un método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos y un método de uso según las reivindicaciones independientes.

40

Según una realización ejemplar de la invención, se proporciona un aparato de recuperación de energía para recuperar energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos, donde el aparato de recuperación de energía comprende una interfaz de provisión de productos (particularmente una interfaz de recepción de productos o una interfaz de descarga de productos) configurada para proporcionar productos sólidos en movimiento desde una unidad de suministro de productos sólidos, una interfaz de reenvío de productos configuradas para reenviar los productos sólidos en movimiento a una unidad de destino de productos sólidos y una turbina dispuesta aguas abajo de la interfaz de provisión de productos y aguas arriba de la interfaz de reenvío de productos y está configurada para ser accionada por la energía de los productos en movimiento a fin de recuperar parte de la energía de los productos en movimiento. La turbina es una turbina de flujo transversal que tiene una pluralidad de cuchillas, en la que se forma una trayectoria de flujo transversal continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas, de modo que los productos sólidos se proporcionan en el borde de la turbina y salen en el lado opuesto después de pasar un parte central de la turbina.

50

Según otra realización ejemplar, se proporciona una disposición de transporte de productos para transportar productos sólidos, comprendiendo la disposición de transporte de productos un aparato de recuperación de energía que tiene las características mencionadas anteriormente para recuperar energía de productos sólidos que se mueven a lo largo de la disposición de transporte de productos, en la que la unidad de suministro de productos sólidos está configurada para suministrar los productos sólidos en movimiento a la interfaz de provisión de productos, y en el que la unidad de destino de productos sólidos está configurada para recibir los productos sólidos en movimiento de la interfaz de reenvío de productos.

55

60

Según una realización ejemplar adicional, se proporciona un método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos, en la que el método comprende proporcionar productos sólidos en movimiento desde una unidad de suministro de productos sólidos, reenviar los productos sólidos en movimiento proporcionados a una unidad de destino de productos sólidos, y accionar una turbina, que opera los productos sólidos entre el proveedor (es decir, una interfaz proveedora) y el reenvío (es decir, una interfaz de reenvío), por la energía de los productos en movimiento para recuperar parte de la energía de los productos en movimiento. La turbina es una turbina de flujo transversal que tiene una pluralidad de cuchillas, en la que se forma una trayectoria de flujo transversal continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas, de modo que los productos

65

sólidos se proporcionen en el borde de la turbina y salgan en el lado opuesto después de pasar una parte central de la turbina.

5 Según aún otra realización, los productos sólidos se usan para accionar una turbina para recuperar energía en una disposición de transporte de productos. La turbina es una turbina de flujo transversal que tiene una pluralidad de cuchillas, en la que se forma una trayectoria de flujo transversal continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas, de manera que los productos sólidos se proporcionan en el borde de la turbina y salen en el lado opuesto después de pasar una parte central de la turbina.

10 En el contexto de esta solicitud, el término "productos sólidos" puede indicar, particularmente, una pluralidad de artículos o cuerpos físicos en estado sólido (que pueden ser secos, mojados, húmedos o incluso empapados) que se mueven a lo largo de un sistema de transporte de productos, particularmente productos a granel y/o productos por pieza. Por ejemplo, los productos pueden ser elementos electrónicos tales como chips semiconductores, componentes mecánicos tales como tornillos, alimentos tales como nueces o incluso componentes formados por muchos componentes, tales como un juguete. Por ejemplo, la dimensión de los productos sólidos puede estar en un intervalo entre 0,1 mm y 100 cm, particularmente en un intervalo entre 1 mm y 10 cm, más particularmente en un intervalo entre 3 mm y 3 cm.

20 En el contexto de esta solicitud, el término "interfaz de provisión de productos" puede indicar particularmente una interfaz de una turbina a la que se suministran los productos entrantes para accionar la turbina.

En el contexto de esta solicitud, el término "interfaz de reenvío de productos" puede indicar, particularmente, una interfaz entre la turbina y una unidad de destino de productos sólidos en la que los productos, después de haber accionado la turbina, se suministran para su posterior transporte, almacenamiento o procesamiento.

25 En el contexto de esta aplicación, los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" se refieren a una dirección de movimiento de productos (o procesamiento), de modo que un producto sólido proviene de una posición aguas arriba y se transporta a una posición aguas abajo. Por lo tanto, los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" se refieren a una posición determinada e indican si los productos se aproximan a un lugar determinado (es decir, provienen de una posición aguas arriba) o se alejan del lugar (es decir, se mueven en la dirección más hacia abajo).

35 En el contexto de esta aplicación, el término "turbina" indica cualquier tipo de aparato en el que la energía cinética y/o potencial de un medio en movimiento se convierte en potencia mecánica por el impulso o reacción del medio con una serie de cangilones, palas, o cuchillas dispuestas alrededor de la circunferencia de una rueda, un cilindro o similar. Una turbina se puede considerar como un aparato giratorio accionado por la reacción o impulso o ambos de un medio sometido a presión y normalmente hecho con una serie de paletas curvadas en un husillo giratorio central. Por ejemplo, esta turbina puede generar energía de una manera mecánica y puede usarse directamente para accionar, a través de un sistema de accionamiento mecánico, un componente de una disposición tal como una cinta transportadora. Sin embargo, también es posible que la turbina esté configurada para generar energía eléctrica, por ejemplo, accionando un conductor eléctrico en un campo magnético, generando de este modo energía eléctrica debido al efecto Faraday.

45 El término "unidad de suministro de productos sólidos" puede indicar, particularmente, cualquier componente que sea capaz de mover los productos sólidos desde una posición de origen (es decir, aguas arriba) hacia la turbina. Esto puede ser, por ejemplo, un transportador de cinta, un transportador de cangilones, un RopeCon, un transportador neumático (tal como un tubo de transporte de productos sólidos con un accionamiento neumático) o similar.

50 En el contexto de esta solicitud, el término "unidad de destino de productos sólidos" puede indicar, particularmente, cualquier disposición capaz de mover los productos sólidos recibidos desde la turbina fuera de la posición de la turbina. Sin embargo, la unidad de destino de productos sólidos también puede ser cualquier tipo de destino que no mueva más los productos sólidos, tales como una pila de reserva, un recipiente, un vehículo (tal como un vehículo de carga), un patio de almacenamiento, etc.

55 Según una realización ejemplar de la invención, se proporciona una turbina de material sólido, es decir, una turbina que funciona en una línea de transporte que transporta productos en estado sólido donde dichos productos sólidos (tales como artículos, cuerpos, piezas o partículas) sirven como el medio que acciona la turbina. Al implementar una turbina de partículas sólidas, es posible hacer funcionar un sistema de transporte de productos de una manera eficiente en el consumo de energía. La energía intrínseca y/o extrínseca incluida en los productos sólidos a la vista del movimiento se puede devolver al menos parcialmente al sistema de transporte. También es posible que la turbina de partículas sólidas realice una transición de productos sólidos entre diferentes etapas en un sistema de procesamiento de productos sólidos de una manera muy suave. Particularmente, el desgaste de los componentes del sistema se puede reducir mediante una manipulación tan suave, de modo que se puedan reducir los costes de mantenimiento de un sistema de transporte de productos y se pueda realizar una reducción adicional de la energía requerida. Por lo tanto, los recursos se pueden usar de manera más eficiente y la emisión de dióxido de carbono se puede reducir.

Según realizaciones ejemplares, los materiales que se transportan sobre cualquier tipo de sistemas de transporte continuo y que tienen un gran contenido de energía en función de las condiciones límite del proceso de transporte se tratan de modo que accionen con su energía intrínseca una turbina o similar. En los puntos de descarga y transferencia, la turbina puede recuperar una gran parte de esta energía cinética y potencial al sistema de transporte. El consumo de energía de tal sistema de transporte se reducirá debido a la turbina. Además, la turbina reduce el desgaste del transportador en los puntos de transferencia y descarga debido a una transferencia de material más suave y direccional.

Las realizaciones ejemplares de la invención pueden implementarse en muchos campos técnicos diferentes tales como, pero sin limitación, un transportador (tal como un sistema de cinta transportadora) para suministrar un horno (tal como un alto horno) con mineral de hierro.

#### Descripción detallada de las realizaciones de la invención

A continuación, se explicarán otras realizaciones ejemplares del aparato de recuperación de energía. Sin embargo, estas realizaciones también se aplican a la disposición de transporte de productos, al método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos, y al método de uso.

En una realización, se usan exclusivamente productos sólidos para recuperar la energía. En otras palabras, los productos que se van a procesar consisten solo en material en la fase sólida, es decir, no comprenden un fluido tal como un líquido. Sin embargo, alternativamente, es posible usar una mezcla de productos sólidos y un fluido tal como un líquido para recuperar energía en función del principio de la turbina. Por ejemplo, es posible que al menos el 70 %, particularmente al menos el 90 % de los productos en movimiento estén en la fase sólida.

En una realización, la turbina comprende una pluralidad de cuchillas separadas entre sí para formar, de este modo, espacios de alojamiento de productos (tales como espacios de alojamiento en forma de copa o espacios de alojamiento con una parte inferior cerrada) entre cuchillas adyacentes. Las cuchillas pueden configurarse para girar (o pivotar) alrededor de un cojinete (particularmente alrededor de un eje de tal cojinete) al suministrar los productos sólidos en movimiento proporcionados a los espacios de alojamiento de productos. En otras palabras, los productos sólidos en movimiento se pueden suministrar a uno de los espacios de alojamiento en un estado en el que aún soportan o transportan energía cinética. En consecuencia, la energía cinética, si se desea en combinación con la energía potencial de los productos sólidos, moverá las cuchillas, recuperando de ese modo la energía de los productos, al menos parcialmente, en la turbina. La energía cinética transferida desde los productos sólidos a las cuchillas puede transferirse directamente, como energía mecánica, a otro componente que consume energía o puede convertirse en energía eléctrica.

En otra realización, la turbina es una turbina de flujo transversal que tiene una pluralidad de cuchillas, en la que se forma una trayectoria de flujo transversal continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas. En una turbina de flujo transversal de este tipo, se habilita una transferencia de energía eficiente desde los productos sólidos a la turbina, ya que los productos sólidos interactúan dos veces con las cuchillas durante su flujo directo a través de un canal abierto dentro de la turbina. A diferencia de las turbinas que tienen flujos axiales o radiales, en una turbina de flujo transversal, los productos sólidos pasan a través de la turbina transversalmente o a través de las cuchillas de la turbina. Los productos sólidos se proporcionan en el borde de la turbina. Después de pasar un rodete (que puede ser una parte central de la turbina), los productos sólidos salen del lado opuesto. Pasar por el rodete dos veces proporciona una eficiencia adicional.

En una realización, el aparato de recuperación de energía comprende un generador (por ejemplo, un dínamo) configurado para generar energía eléctrica a partir de la energía de los productos en movimiento que accionan la turbina. Tal generador eléctrico es un dispositivo que convierte la energía mecánica de los productos sólidos en energía eléctrica. Tal generador fuerza la carga eléctrica (generalmente transportada por electrones) para fluir a través de un circuito eléctrico externo. La fuente de energía mecánica puede ser la turbina (por ejemplo, recíproca o giratoria). El generador puede basarse en el efecto Faraday. Por ejemplo, las cuchillas móviles accionadas por productos sólidos pueden mover un conductor eléctrico en un campo magnético (particularmente estático), induciendo de este modo una corriente eléctrica o una tensión eléctrica en el conductor eléctrico. Esta corriente eléctrica se puede almacenar en un acumulador o similar o se puede usar directamente para accionar una carga eléctrica. Por lo tanto, al menos una parte de la energía mecánica de los productos sólidos en movimiento se puede convertir en energía eléctrica.

En una realización, el aparato de recuperación de energía comprende una unidad de retroalimentación energética (o una unidad de acoplamiento posterior de energía) para acoplarse a la turbina y para estar configurada para suministrar la energía recuperada para accionar al menos uno de la unidad de suministro de productos sólidos y la unidad de destino de productos sólidos (que a su vez acciona los productos sólidos). En tal realización, la energía mecánica incluida en los productos sólidos está directamente acoplada a la unidad de suministro de productos sólidos o a la unidad de destino de productos sólidos (que puede ser, por ejemplo, cintas transportadoras). Por lo tanto, mediante una retroalimentación mecánica directa o acoplamiento posterior de la energía recuperada desde la

turbina a la unidad de transporte de productos sólidos respectiva puede permitir el uso eficiente de la energía recuperada, ya que no es necesario implementar ninguna etapa adicional de transformación que consuma energía.

5 En una realización, la unidad de retroalimentación de energía comprende un sistema de acoplamiento de energía cinética (particularmente cualquier tipo de mecanismo de engranaje tal como un piñón, un sistema de accionamiento por cadena o un sistema de accionamiento por correa o similar), que está acoplado a un árbol de turbina de la turbina girada por los productos en movimiento. El sistema de acoplamiento de energía cinética también puede acoplarse a un árbol de accionamiento para accionar la unidad de suministro de productos sólidos y/o la unidad de destino de productos sólidos, de modo que la energía cinética recuperada se transfiera desde el árbol de la turbina al árbol de accionamiento mediante el sistema de acoplamiento de energía cinética. Con la provisión de un sistema de accionamiento por cadena o un sistema de accionamiento por correa, es posible un acoplamiento posterior eficiente y directo de la energía recuperada a la unidad de suministro de productos sólidos, siendo la unidad de destino de productos sólidos o cualquier otro aparato accionado mecánicamente en función de la energía recuperada de los productos en movimiento. A través de una cadena, una correa o cualquier otro árbol hacia el miembro de acoplamiento del árbol, la energía cinética del árbol de la turbina se introduce directamente en el árbol de accionamiento del otro aparato que se va a accionar.

20 En una realización, el aparato de recuperación de energía comprende una turbina adicional que también está dispuesta aguas abajo de la interfaz de provisión de productos y aguas arriba de la interfaz de reenvío de productos. La turbina adicional (o segunda) puede estar configurada para ser accionada por la energía de una parte de los productos en movimiento donde dicha parte no mueve la (primera) turbina para recuperar parte de la energía de la parte de los productos en movimiento. Ventajosamente, la turbina y la turbina adicional pueden estar montadas para contrarrestar (es decir, tener sus ejes de accionamiento paralelos entre sí, pero girando en direcciones opuestas) para compensar al menos parcialmente una carga de torsión que actúa sobre las turbinas y otros componentes del aparato. En una realización de este tipo, se usan dos turbinas, en la que una turbina puede accionarse en una dirección (por ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj) y la otra turbina puede accionarse en la otra dirección (por ejemplo, en sentido contrario a las agujas del reloj). Este accionamiento de las dos turbinas se puede realizar utilizando una parte de los productos en movimiento para una de las turbinas y otra parte de los productos en movimiento para la otra de las turbinas. Actualmente se cree que, al girar en sentido contrario estas turbinas, las fuerzas y el desgaste resultante de la carga mecánica que actúa sobre las turbinas pueden reducirse significativamente y la energía de los productos sólidos puede recuperarse de una manera muy eficiente. Al implementar dos turbinas que giran en sentido contrario, el par motor generado se puede compensar, al menos parcialmente, de modo que toda la carga de la máquina se relaje. Las turbinas individuales también se pueden configurar más pequeñas para que solo tengan que recibir la mitad del flujo de volumen.

35 En una realización, la turbina está configurada para suministrar los productos en movimiento con una velocidad que se sincroniza a una velocidad de la unidad de destino de productos sólidos. Por ejemplo, el sistema puede comprender una unidad de sincronización configurada para controlar la turbina y la unidad de transporte de productos sólidos de manera que la velocidad (uniforme o básicamente uniforme) de los productos sólidos al salir de la turbina se sincronice con la velocidad de la unidad de destino de productos sólidos (por ejemplo, una correa de accionamiento del mismo). Cuando los productos sólidos están en un volumen de alojamiento de productos sólidos entre cuchillas de turbina adyacentes cerca de la unidad de destino de productos sólidos, las velocidades pueden, por ejemplo, desviarse entre sí en menos de aproximadamente el 10 %. Más particularmente, estas dos velocidades pueden ser sustancialmente iguales entre sí. Se ha demostrado que la operación de la turbina con la misma velocidad que la velocidad de la unidad de destino de productos sólidos tiene ventajas en términos de eficiencia energética. La razón de esto es que las pérdidas energéticas en la interfaz entre la unidad de destino de la turbina y los productos sólidos son extremadamente pequeñas o incluso nulas cuando las velocidades están sincronizadas y el desgaste puede reducirse.

50 El aparato de recuperación de energía puede comprender al menos una estructura de guía (que puede ser recta o doblada), particularmente al menos una placa de guía, dispuesta lateralmente a lo largo de al menos una parte de una circunferencia abierta de la turbina (particularmente de una turbina de flujo transversal) para guiar hacia atrás, particularmente para reflejar, los productos sólidos en movimiento que dejan lateralmente la turbina de flujo transversal de nuevo en la turbina de flujo transversal. Al tomar esta medida, el rendimiento del sistema puede aumentar tanto en términos de recuperación de energía como de pérdida de productos en movimiento.

El aparato de recuperación de energía puede estar libre de un canal de deflexión, una cuchilla de impacto y/o una placa deflectora. Uno o más de estos componentes pueden ser sustituidos por la turbina, particularmente una turbina de flujo transversal, haciendo que el aparato de recuperación de energía sea más compacto.

60 La turbina, particularmente una turbina de flujo transversal, puede tener un eje de rotación vertical. Alternativamente, la turbina, particularmente una turbina de flujo transversal, puede tener un eje de rotación horizontal. También es posible un eje de rotación inclinado.

A continuación, se explicarán otras realizaciones ejemplares de la disposición de transporte de productos. Sin embargo, estas realizaciones también se aplican al aparato de recuperación de energía, el método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos y el método de uso.

5 En una realización, la turbina está configurada como una turbina sobreexcitada para una mejor comprensión de la invención (véase la figura 8). En una turbina sobreexcitada, los productos sólidos se suministran en una superficie o en una parte superior de la turbina para impactar directamente una cuchilla en una parte superior de la misma. Los productos sólidos abandonan después la turbina en un fondo o en una parte inferior de la misma.

10 En una realización alternativa, la turbina está configurada como una turbina sobreexcitada para una mejor comprensión de la invención (véase la figura 17). En una turbina sobreexcitada, los productos sólidos se suministran en una parte inferior de la turbina para impactar directamente una cuchilla en una parte inferior de la misma. Los productos sólidos dejan después la turbina también en una parte baja de la turbina.

15 En una realización, la unidad de suministro de productos sólidos es una cinta transportadora de suministro para transportar los productos sólidos al aparato de recuperación de energía. Adicional o alternativamente, la unidad de destino de productos sólidos puede ser una cinta transportadora de destino para transportar los productos sólidos lejos del aparato de recuperación de energía. Tal cinta transportadora puede comprender dos o más poleas con un bucle continuo de material como una cinta que gira alrededor de ellas. Al menos una de las poleas puede ser alimentada, moviendo la cinta y el material en la cinta hacia delante. La polea alimentada se llama polea de accionamiento, mientras que una polea sin motor se llama polea de plegado o polea de cola. Sin embargo, los productos sólidos pueden ser manipulados por otros componentes técnicos que una cinta transportadora, tal como una escalera mecánica o un sistema de escalera móvil. También se puede usar una secuencia de múltiples cilindros giratorios coaxiales adyacentes como un suministro de productos sólidos o una unidad de destino.

20  
25 En una realización, la unidad de suministro de productos sólidos está situada a un nivel vertical más alto que la unidad de destino de productos sólidos, de modo que los productos sólidos en movimiento caen hacia abajo bajo la influencia de la gravedad cuando pasan de la unidad de suministro de productos sólidos a través de la turbina a la unidad de destino de productos sólidos accionando, de este modo, la turbina. En una realización de este tipo, la energía potencial incluida en los productos sólidos puede usarse para accionar la turbina, ya que los productos sólidos pueden caer desde una posición vertical superior a una posición vertical inferior, transfiriendo de este modo su energía potencial al menos parcialmente a la turbina, por ejemplo, mover las cuchillas de la misma.

30  
35 En una realización, la unidad de suministro de productos sólidos está configurada para suministrar los productos en movimiento a la turbina de modo que se transfiera la energía cinética de los productos en movimiento para accionar la turbina. Cuando las partículas en movimiento llegan con una alta velocidad a la turbina, al menos en parte transfieren esta energía a la turbina y se desaceleran, haciendo girar de este modo la turbina. Después, las partículas se moverán a la unidad de destino de productos sólidos conectada a la que pueden acelerarse nuevamente.

40  
45 En una realización, la unidad de suministro de productos sólidos está configurada para suministrar los productos en movimiento a la turbina a través de un recipiente que tiene una boquilla para descargar los productos sólidos a la turbina. Tal realización, véase por ejemplo la figura 23, suministra los productos sólidos a la turbina desde, por ejemplo, un recipiente alineado verticalmente (un silo o similar) que puede tener, por ejemplo, una boquilla afilada en el fondo del recipiente. Aguas abajo de la turbina, los productos sólidos se pueden suministrar a un destino tal como un transportador continuo.

50 En una realización preferente, la disposición de transporte de productos está configurada como recuperador. Un recuperador puede designar una máquina grande utilizada en aplicaciones de manipulación de materiales a granel. La función de un recuperador consiste en recuperar material a granel tales como minerales y cereales de una pila de reserva. Los recuperadores de rueda de cangilones utilizan ruedas de cangilones para retirar material de la pila que están recuperando. Los recicladores raspadores usan una serie de raspadores en una cadena para recuperar el material. La estructura del recuperador puede ser de varios tipos, incluidos el portal y el puente. Los recuperadores de portal y puente pueden usar ruedas de cangilones o raspadores para recuperar el producto. Los recuperadores de tipo puente mezclan el producto apilado a medida que se recupera. Todos estos tipos de recuperadores pueden estar equipados con un sistema de recuperación de energía de realizaciones ejemplares de la invención.

55  
60 En otra realización preferente, la disposición de transporte de productos se configura como un apilador (véase la figura 19). Un apilador (por ejemplo, un apilador de cinta) es un dispositivo que transporta productos sólidos a un destino, por ejemplo, mediante una cinta, y coloca los productos sólidos en un lugar de almacenamiento (como una pila de reserva).

También es posible configurar la disposición de transporte de productos como una combinación de recuperador-apilador, es decir, un sistema que tiene tanto un recuperador como un apilador.

65

5 La turbina puede disponerse para reducir el desgaste en los puntos de transferencia y descarga de la unidad de suministro de productos sólidos (tal como un transportador) y/o la unidad de destino de productos sólidos (tal como otro transportador) y/o en un canal de deflexión como resultado de una transferencia suave y direccional de los productos sólidos en movimiento. Para este fin, la turbina puede estar dispuesta con respecto a uno o más de estos componentes de modo que los productos en movimiento se transfieran continuamente entre la turbina y el componente respectivo para evitar o suprimir las fuerzas que actúan sobre el componente en la interfaz del material.

10 A continuación, se explicarán otras realizaciones ejemplares del método de recuperación de energía a partir de los productos sólidos en movimiento de una disposición de transporte de productos. Sin embargo, estas realizaciones también se aplican al aparato de recuperación de energía, la disposición de transporte de productos y el método de uso.

15 En una realización, los productos sólidos son productos a granel o productos por piezas. Los ejemplos de productos a granel son la arena, la piedra, el carbón, el mineral, un granulado, el arroz, el polvo de polímero o cualquier otro tipo de material suelto sólido. Los productos por piezas que se comercializan individualmente son piezas que se usan de manera técnica individualmente, tales como tornillos, válvulas, baterías, paquetes postales o similares.

Breve descripción de los dibujos

20 La invención se describirá con más detalle más adelante con referencia a ejemplos de realización pero a los que la invención no está limitada:

25 La figura 1 a la figura 3 muestran disposiciones de transporte de productos sólidos que tienen un aparato de recuperación de energía según las realizaciones ejemplares de la invención.

La figura 4 muestra una turbina de partículas sólidas para una mejor comprensión de la invención.

30 La figura 5 muestra un detalle de la turbina de partículas sólidas de la figura 4 en funcionamiento para una mejor comprensión de la invención.

La figura 6 y la figura 7 son diagramas que comparan el consumo de energía de un transportador de caída con y sin una turbina para una mejor comprensión de la invención.

35 La figura 8 muestra un esquema de una turbina que incluye una simulación de su funcionamiento para una mejor comprensión de la invención.

La figura 9 es un diagrama que ilustra un par motor de la turbina de la figura 8 a dos velocidades de revolución diferentes para una mejor comprensión de la invención.

40 La figura 10 muestra una dependencia de tiempo del par motor para diferentes geometrías de turbina a diferentes velocidades de revolución de un recuperador para una mejor comprensión de la invención.

45 La figura 11 muestra un ejemplo de un canal de deflexión que transfiere productos sólidos desde una cinta transportadora a otra.

La figura 12 a la figura 14 ilustran aparatos de recuperación de energía con turbinas para una mejor comprensión de la invención.

50 La figura 15 ilustra una transferencia de material dirigido a través de una turbina de partículas sólidas inclinadas según otra realización ejemplar de la invención.

La figura 16 ilustra un aparato de recuperación de energía con turbinas según otra realización ejemplar de la invención.

55 La figura 17 a la figura 19 ilustran aparatos de recuperación de energía con turbinas para una mejor comprensión de la invención.

60 La figura 20 a la figura 23 ilustran las disposiciones de transporte de productos según otras realizaciones ejemplares de la invención.

La figura 24 ilustra ejemplos de aplicación de realizaciones de la invención a diversos escenarios técnicos.

65 La figura 25 ilustra un aparato de recuperación de energía con una turbina de flujo transversal según otra realización ejemplar de la invención.

La figura 26 ilustra una dependencia entre el tiempo y el par motor de la turbina de flujo transversal de la figura 25.

## Descripción detallada de los dibujos

Las ilustraciones en los dibujos son esquemáticas. En diferentes dibujos, se proporcionan elementos similares o idénticos con los mismos signos de referencia.

Las masas movidas de los aparatos de transporte continuo tienen un contenido de energía notable y considerable.

Las realizaciones de la invención recuperan una parte principal de esta energía en las posiciones de transición o caída de tales productos sólidos. Este principio se puede aplicar tanto al transporte de productos a granel como al transporte de productos por piezas. A continuación, se describirán formas de realización ejemplares que muestran la función del sistema de recuperación de energía de partículas sólidas. Una turbina de partículas sólidas de una realización de la invención puede disponerse en cualquier posición apropiada para recuperar la energía cinética y/o potencial contenida intrínsecamente en los productos transportados en una parte suficientemente grande en forma de energía eléctrica o mecánica. Para este fin, puede implementarse una turbina en combinación con un sistema de transporte de productos, en la que la invención usa cuerpos sólidos como medio para accionar la turbina.

La figura 1 ilustra una disposición de transporte de productos 100 sólidos que transporta productos sólidos dentro de una línea de transporte o línea de producción (a lo largo de la cual los productos sólidos están sujetos a varias etapas de procesamiento en diversas etapas de procesamiento durante la fabricación de productos sólidos) según una primera realización ejemplar de la invención. Esta disposición de transporte de productos 100 comprende una unidad de suministro de productos 102 sólidos configurada para suministrar productos sólidos móviles (no mostrados en la figura 1) a una interfaz de suministro de productos 104. Por ejemplo, la unidad de suministro de productos 102 sólidos es una cinta transportadora y los productos movidos son productos a granel, tal como un granulado. También es posible que los productos sólidos sean productos por piezas tales como paquetes, cajas, bolsas o similares. Los productos en movimiento se suministran, por lo tanto, a un aparato de recuperación de energía que está formado mediante la interfaz de suministro de productos 104, una interfaz de reenvío de productos 108 y una turbina 106 dispuesta entre las interfaces 104, 108. Aguas abajo de la interfaz de reenvío de productos 108, se dispone una unidad de destino de productos sólidos 110 que recibe los productos sólidos en movimiento de la interfaz de reenvío de productos 108 y los transporta para su procesamiento posterior o similar.

El aparato de recuperación de energía de la figura 1 está configurado para recuperar energía de los productos sólidos en movimiento de la disposición de transporte de productos 100. Para este fin, los productos sólidos en movimiento se reciben en la interfaz de suministro de productos 104 desde la unidad de suministro de productos 102 sólidos. La turbina 106, que está dispuesta aguas abajo de la interfaz de reenvío de productos (en la que el término aguas abajo está relacionado con una dirección general de movimiento de productos 114) y aguas arriba (en la que el término aguas arriba está relacionado con la dirección general de movimiento de productos 114) de la interfaz de reenvío de productos 108, está configurada para ser al menos parcialmente accionada por la energía de los productos en movimiento para recuperar o reciclar al menos una parte de la energía de los productos en movimiento. En otras palabras, la energía cinética y/o potencial de los productos en movimiento puede usarse para accionar la turbina 106 (que puede o no, además, tener un accionamiento de turbina tal como un motor eléctrico o un motor de combustión). La figura 1 muestra además que la turbina 106 está acoplada energéticamente con la unidad de suministro de productos 102 sólidos mediante una línea de retroalimentación de energía 112 (que puede ser una línea de acoplamiento puramente mecánica o eléctrica) para entregar la energía recuperada a la unidad de suministro de productos 102 sólidos para accionarla al menos parcialmente en función de esta energía (la unidad de suministro de productos 102 sólidos puede además tener un accionamiento de suministro de productos sólidos tal como un motor eléctrico o un motor de combustión). Por ejemplo, si la unidad de suministro de productos 102 sólidos es una cinta transportadora, un árbol de la cinta transportadora puede accionarse con la energía cinética de la turbina. Alternativamente, la energía cinética de la turbina 106 se puede convertir en energía eléctrica, y la energía eléctrica recuperada se puede usar para accionar la unidad de suministro de productos 102 sólidos. Este hecho puede hacer que la energía recuperada se pueda utilizar para otros tipos de accionamiento que proporcionar energía mecánica. Por ejemplo, tal energía puede usarse para calentar, alimentar un procesador, etc.

La figura 2 muestra una disposición de transporte de productos 200 sólidos según otra realización ejemplar de la invención. La disposición de transporte de productos 200 difiere de la disposición de transporte de productos 100 en que la línea de retroalimentación 112 está sustituida por otra línea de retroalimentación 202 que alimenta la energía recuperada desde la turbina 106 a la unidad de destino de productos 110 sólidos en lugar de a la unidad de suministro de productos 102 sólidos.

Aunque la figura 1 muestra una retroalimentación o acoplamiento posterior de la energía recuperada a la unidad de suministro de productos 102 sólidos solamente y la figura 2 muestra una retroalimentación o acoplamiento posterior de la energía recuperada a la unidad de destino de productos 110 sólidos solamente, todavía otra realización ejemplar de la invención puede retroalimentar la energía en partes a ambas unidades 102, 110 de modo que también puedan estar presentes ambas líneas de retroalimentación 112, 202 en tal realización. La energía recuperada se puede distribuir de manera fija o variable a las unidades 102, 110.

La figura 3 muestra una disposición de transporte de productos 300 sólidos según otra realización ejemplar de la invención. La disposición de transporte de productos 300 sólidos difiere de las disposiciones de transporte de productos sólidos 100, 200 en que no se proporcionan líneas de retroalimentación 112, 202 en la figura 3. A diferencia de esto, un generador de la turbina 106 puede convertir la energía cinética y/o potencial de los productos en movimiento en energía eléctrica. La energía eléctrica recuperada puede entonces ser conducida eléctricamente, por ejemplo a través de una línea de conexión 304 eléctrica, en forma de una corriente eléctrica a un miembro eléctrico 302 que requiere la energía eléctrica para ser operada. También es posible que la energía eléctrica recuperada se alimente en una red eléctrica (tal como un suministro de red). Adicional o alternativamente, el sistema de transporte de productos 300 también puede tener al menos una de las líneas de retroalimentación 112, 202 para proporcionar a las unidades 102 y/o 110 al menos una parte de la energía eléctrica recuperada.

Un detalle 350 de la figura 3 muestra una disposición de turbina de una realización preferente de la invención. En esta alternativa, no solo se proporciona una turbina 106, sino que también se proporciona una turbina 306 adicional. Los productos sólidos que se mueven a lo largo de la dirección de transporte de productos 114 pueden suministrarse a ambas turbinas 106, 306. Más precisamente, una parte de los productos en movimiento acciona la primera turbina 106, en la que otra parte los productos en movimiento accionan la otra turbina 306 para recuperar energía de ambas partes de los productos sólidos. La primera turbina 106 está dispuesta de manera que gire en el sentido de las agujas del reloj después de suministrar productos sólidos, véase el número de referencia 308. A diferencia de esto, la segunda turbina 306 gira en sentido contrario a las agujas del reloj después de suministrar productos sólidos, véase el número de referencia 310. Al girar las turbinas 106, 306 en direcciones opuestas o inversas entre sí, la carga de torsión que actúa sobre las turbinas 106, 306 puede reducirse. Por lo tanto, el desgaste de la disposición de la turbina resultante de la carga mecánica que actúa sobre el mismo puede reducirse significativamente.

La figura 4 muestra una disposición de transporte de productos 400 sólidos para una mejor comprensión de la invención. Se puede ver en la figura 4 que la turbina 106 comprende una pluralidad de cuchillas 402 distribuidas circunferencialmente. Cada par motor de cuchillas 402 adyacentes encierra uno de múltiples espacios de alojamiento de productos 404 sólidos distribuidos circunferencialmente respectivo siendo cada uno de los cuales capaz de recibir y alojar productos sólidos en funcionamiento. Las cuchillas 402 y los espacios de alojamiento de productos 404 se hacen girar alrededor de un árbol de turbina 410 al suministrar productos sólidos en movimiento desde una cinta transportadora 102 a través de una interfaz de suministro 104 que está dispuesta espacialmente para dejar caer los productos sólidos en los espacios de alojamiento 404. Esto fuerza la turbina 106 para girar en una dirección 412 indicada en la figura 4.

Como puede deducirse adicionalmente de la figura 4, el sistema de transporte de productos 400 comprende una unidad de retroalimentación de energía acoplada a la turbina 106 y está configurado para suministrar la energía recuperada para accionar la unidad de suministro de productos sólidos, es decir, la cinta transportadora 102. Para este fin, el sistema de retroalimentación de energía comprende un sistema de accionamiento de cadena 414 que está acoplado al árbol de turbina 410 de la turbina 106 que se hace girar por los productos sólidos en movimiento. El sistema de accionamiento de cadena 414 acciona además la cinta transportadora 102 que forma la unidad de suministro de productos sólidos. Por lo tanto, la energía recuperada, es decir, la energía cinética de la turbina 106 accionada, se transfiere directamente desde el árbol de turbina 410 a un árbol de accionamiento 416 de la cinta transportadora 102 para accionar el árbol de accionamiento 416 a través del sistema de accionamiento de cadena 414. Esta es una forma muy eficiente de recuperar la energía.

En el sistema de recuperación de energía de la figura 4, la turbina 106 está instalada en una posición de transición entre una cinta transportadora 102 y otra cinta transportadora 110. Los productos a granel arrojados desde la primera cinta transportadora 102 en una posición indicada por el número de referencia 104 son recibidos por la turbina 106 de partículas sólidas giratoria y se suministran, después de la recuperación de energía, a la segunda cinta transportadora 110 posicionada más abajo. Durante esta transición, las partículas sólidas caen desde una primera altura  $h_1$  a una segunda altura inferior  $h_2$ . Por lo tanto, no solo se puede recuperar la energía cinética incluida en los productos en movimiento desacelerados por la turbina 106, sino también la energía potencial ( $M G (h_1 - h_2)$ ), siendo  $M$  la masa y siendo  $G$  la constante de aceleración de la gravedad. En otras palabras, la turbina 106 convierte la energía potencial y la energía cinética de los productos a granel en energía reutilizable. Esta energía es transferida por el sistema de accionamiento de cadena 414 desde la turbina 106 a la polea de accionamiento (véase el árbol de accionamiento 416) de las cintas transportadoras 102. Por lo tanto, la energía vuelve a la cinta transportadora 102 arrojando los productos sólidos para que la energía de accionamiento necesaria para alimentar la cinta transportadora 102 se reduzca significativamente. El experto comprende que la turbina 106 se puede acoplar a un generador, y que la geometría y la posición del eje de rotación de la turbina 106, así como otros parámetros de diseño, se pueden adaptar de manera flexible a cualquier aplicación específica.

La figura 5 muestra la turbina de partículas 106 sólidas de la figura 4 en funcionamiento para una mejor comprensión de la invención. Además, también se pueden ver los productos a granel en movimiento, véase el número de referencia 500.

La figura 6 es un diagrama 600 para una mejor comprensión de la invención, que tiene una abscisa 602 a lo largo de la cual se representa el tiempo en segundos. A lo largo de una ordenada 604, se representa el consumo de energía

del sistema. Una primera curva 606 muestra el consumo de energía a lo largo del tiempo que implementa la turbina 106 de la figura 4 y la figura 5. A diferencia de esto, una segunda curva 608 muestra el consumo de energía a lo largo del tiempo si no se usa una turbina. El consumo medio de energía con la turbina 106 se muestra como un número de referencia 610, mientras que el consumo medio de energía sin turbina se muestra con el número de referencia 612. Por lo tanto, el consumo de energía puede reducirse implementando el sistema de recuperación de energía de las realizaciones de la invención.

La figura 7 es un diagrama 700 para una mejor comprensión de la invención, que tiene una abscisa 702 a lo largo de la cual se representa un tiempo en segundos. A lo largo de una ordenada 704, la potencia ahorrada se representa cuando el flujo de masa de los productos sólidos aumenta en comparación con la figura 6. Una primera curva 706 muestra un escenario con una turbina, y el número de referencia 710 se refiere a un valor promedio. La curva 708 muestra una realización sin turbina, en la que el número de referencia 712 muestra nuevamente un valor promedio. Como puede verse en la figura 7, la potencia ahorrada es incluso mayor en esta realización. Se menciona que una curva 714 adicional se refiere a un valor promedio ligeramente diferente en comparación con la curva 710 que se refiere a un artefacto experimental durante el experimento realizado.

La figura 8 muestra un sistema de recuperación de energía para una mejor comprensión de la invención, que se toma como una base para simular el funcionamiento de la turbina 106 utilizando una simulación DEM (método de elemento discreto). La distribución de velocidad, véase el número de referencia 810, de los productos en movimiento 500 se representa como se obtiene a partir de la simulación. Siempre que los productos sólidos en movimiento se encuentren en la cinta transportadora 102, su velocidad es constante, véase el número de referencia 800. Al caer, véase el número de referencia 802, la velocidad aumenta ya que la energía potencial se convierte en energía cinética. Cuando las partículas 500 sólidas caen en los espacios de alojamiento 404, serán desaceleradas y con ello accionan la turbina 106. Esto se indica con el número de referencia 804 en el gráfico de velocidad 810.

La figura 9 es un diagrama 900 para una mejor comprensión de la invención, que tiene una abscisa 902 a lo largo de la cual se representa un tiempo en segundos. A lo largo de una ordenada 904, se representa el par motor que actúa sobre la turbina 106. La curva 906 muestra una dependencia temporal del par. El número de referencia de curva 908 muestra un valor promedio.

La figura 8 y la figura 9 muestran el resultado de la simulación DEM de la turbina 106. La energía ahorrada obtenida de un experimento con el sistema de la figura 4 y la figura 5 es en buena aproximación lo mismo que el resultado de la simulación. La simulación también muestra que la energía ahorrada depende de la velocidad de revolución de la turbina 106. Por lo tanto, existe un punto de operación óptimo (turbina-polea de transformación de velocidad) que puede ser ajustado de manera ventajosa por un experto en la técnica.

A continuación, se describirá una simulación de método de elemento discreto de un recuperador con una turbina de productos sólidos.

La figura 10 muestra un diagrama 1000 para una mejor comprensión de la invención, que es similar al diagrama 900 de la figura 9, pero se refiere a un recuperador. Una primera curva 1002 se refiere a una pequeña turbina (figura 12). Una segunda curva 1004 se refiere a una turbina más grande (figura 13). Una tercera curva 1006 se refiere a un tercer tipo de turbina (figura 14).

La figura 11 es una ilustración esquemática de un apilador 1100 o similar. El número de referencia 1102 se refiere a un canal de deflexión. De nuevo, se muestra un gráfico de velocidad 810. También se muestra la velocidad variable de los productos sólidos en movimiento en las posiciones 1104, 1106 y 1108.

La figura 12 muestra un sistema de recuperación de energía 1200 adicional para su implementación en un recuperador para una mejor comprensión de la invención, en el que la pequeña turbina 106 está implementada con un diámetro de 2,36 m y una anchura de 2 m. De nuevo, se muestra un gráfico de velocidad 810. También se muestra la velocidad variable de los productos sólidos en movimiento 500 en las posiciones 1202, 1204 y 1206.

Con el fin de convertir un máximo de energía cinética de los productos sólidos en movimiento 500 en energía de la turbina, es ventajoso recibir una cantidad suficientemente grande de productos en movimiento 500 en los espacios de alojamiento 404 entre las cuchillas 402 de la turbina 106. Es ventajoso recibir completamente los productos en movimiento 500 desacelerados entre las cuchillas 402 adyacentes y reenviar completamente todo el material de los productos en la posición más baja de las cuchillas 402 (transfiriendo de este modo un máximo de energía potencial desde los productos en movimiento 500 a la turbina 106).

Sin embargo, la turbina 106 necesita aumentar significativamente su tamaño para recibir todo el flujo de masa entre las cuchillas 402, es decir, dentro de los volúmenes de alojamiento 404. Esto estaría más conectado con desafíos tecnológicos ya que las masas giratorias y el par motor serían significativamente aumentados. El experto en la técnica entenderá, por lo tanto, que se realizará una compensación adecuada entre una parte de los productos en movimiento 500 recibidos por la turbina 106, por una parte, y la dimensión de la turbina 106, por otra parte.

5 La figura 12 muestra además que la turbina 106 está en comunicación de flujo de masa con un embudo 1210 para recoger y dirigir los productos sólidos en movimiento 500. En otras palabras, la turbina 106 (considerando su dirección de rotación) está situada de tal manera con respecto al embudo 1210 (es decir, desplazado lateralmente y parcialmente incrustado dentro del embudo 1210) de modo que los productos en movimiento 500 se inserten parcial e directamente en el embudo 1210 y, a otra parte, se inserten en los volúmenes de alojamiento 404 de la turbina 106.

10 Se puede ver además en el gráfico de velocidad 810 de la figura 12 que los productos sólidos en movimiento 500 llegan con una velocidad promedio (véanse los números de referencia 1202) aguas arriba de la turbina 106. Dado que los productos en movimiento 500 salen de la cinta transportadora 1202 en una posición vertical alta y caen hacia abajo antes de interactuar con la turbina 106, la energía cinética de los productos en movimiento 500 tiene un máximo directamente aguas arriba de la turbina 106, véase el número de referencia 1204. Después de ser desacelerado por la turbina 106 y el embudo 1210, se obtiene una energía cinética mínima y la velocidad de las partículas en movimiento 500, compárese el número de referencia 1206.

15 A continuación, con referencia a la figura 13, se explicará un sistema de recuperación de energía 1300 para una mejor comprensión de la invención, que también está configurado para su uso con un recuperador. Como en la realización de la figura 12, un gráfico de velocidad 810 ilustra que el perfil de velocidad es bastante diferente en los diversos estados de los productos en movimiento 500 mientras interactúa con el sistema de recuperación de energía 300, véanse los números de referencia 1302, 1304 y 1306. La figura 13 muestra una turbina 106 con un diámetro de 3,6 m. Por lo tanto, el diámetro de la turbina 106 de la figura 13 es mayor que el diámetro de la turbina 106 de la figura 12.

20 Con el fin de convertir más energía de los productos en movimiento 500 en energía reutilizable, la turbina 106 de la figura 13 es más grande que la turbina 106 mostrada en la figura 12, de manera que los espacios de alojamiento 404 entre cuchillas 402 adyacentes de la turbina 106 puedan alojar una parte más grande de los productos en movimiento 500, es decir, una masa o volumen mayor de los productos en movimiento 500.

25 A continuación, con referencia a la figura 14, se explicará un sistema de recuperación de energía 1400 para una mejor comprensión de la invención, que también está configurado para su uso con un recuperador. En el sistema de recuperación de energía 1400, la dimensión de la turbina 106 que se muestra aquí se encuentra entre las dimensiones de las turbinas 106 mostradas en la figura 12 y la figura 13. Por lo tanto, el experto comprenderá que la dimensión de la turbina 106 es un parámetro de diseño que ajusta la cantidad de energía recuperada.

30 El experto comprenderá además que las geometrías de turbina mostradas son meramente ilustrativas y que las geometrías de turbinas diferentes son posibles y deben configurarse según los requisitos de una aplicación específica. Estos y otros parámetros de diseño pueden usarse para aumentar, particularmente para maximizar, el factor de eficiencia del sistema de conversión de energía.

35 Sin embargo, debe tenerse en cuenta que cuando las masas giratorias se vuelven demasiado grandes, las altas fuerzas y el par motor que actúan sobre los componentes del sistema de conversión de energía, particularmente la turbina, se vuelven muy altos. Por lo tanto, debería haber una compensación entre la energía recuperada, por un lado, y el desgaste y la carga que actúa en el sistema de recuperación de energía, por otro lado. Además, es una ventaja de las realizaciones ejemplares de la invención que se puede omitir un canal de deflexión caro e incómodo (véase la figura 11). Por lo tanto, la transferencia del material entre las diversas cintas transportadoras se puede realizar con menos desgaste. Concluyendo, la turbina de partículas sólidas puede estar constituida y diseñada de tal manera que se pueda recibir una corriente de volumen significativa entre las cuchillas de la turbina, es decir, en un grado suficientemente alto, más particularmente completamente.

40 En el caso de productos a granel fuertemente cohesivos, pueden producirse problemas con el vaciado de los volúmenes de alojamiento en el fondo de la turbina. Mediante un diseño específico de los productos a granel de las cuchillas de la turbina en combinación con una adaptación de la velocidad de revolución, la gama de aplicaciones se puede ampliar. Lo mismo se aplica a los productos a granel fuertemente abrasivos.

45 En una realización, el eje de rotación de la polea de caída y de la turbina puede ser paralelo entre sí. Sin embargo, también es posible que la orientación de los ejes giratorios pueda ser diferente para obtener un parámetro de diseño adicional para optimizar el sistema.

50 Mediante la implementación de la turbina de partículas sólidas, la implementación de un canal de deflexión puede ser prescindible. La turbina desvía los productos en movimiento de una manera más suave ya que el producto giratorio no experimenta una deflexión deslizante como en el caso de un canal de deflexión, de modo que también se evita que se dañe el producto en movimiento. Mediante un diseño apropiado de la turbina, se puede realizar una transferencia suave y dirigida de los productos en movimiento de una unidad transportadora a otra. La turbina de partículas sólidas según una realización ejemplar de la invención también puede disponerse y configurarse de modo que los productos en movimiento puedan suministrarse desde la turbina a la unidad transportadora aguas abajo con la misma velocidad (es decir, la velocidad de los productos en movimiento en una posición de transferencia de

destino de la turbina es idéntica a la velocidad de los productos en movimiento en la unidad transportadora de destino). Por lo tanto, no es necesaria una mayor aceleración de los productos que se van a transportar, por lo que el consumo de energía y el desgaste del aparato se reducen aún más.

5 La figura 15 ilustra un sistema de conversión de energía 1600 según una realización ejemplar de la invención. De nuevo, un gráfico de velocidad 810 muestra la dependencia espacial de la velocidad del producto en movimiento 500 a lo largo de la trayectoria de procesamiento, véase los números de referencia 1602, 1604. En esta realización, se realiza la transferencia de los productos en movimiento 500 desde la turbina 106 a la cinta transportadora de destino 110 de modo que la velocidad de los productos en movimiento 500 sea constante en la interfaz de destino entre la  
10 turbina 106 y la cinta transportadora 110. Esto se consigue en la realización mostrada por una turbina de cuerpo 106 sólido inclinada con respecto a la cinta transportadora de destino 110.

La figura 16 ilustra un sistema de conversión de energía 1650 según una realización ejemplar de la invención. De nuevo, un gráfico de velocidad 810 muestra la dependencia espacial de la velocidad del producto en movimiento 500 a lo largo de la trayectoria de procesamiento, véanse los números de referencia 1652, 1654, 1656. En esta  
15 realización, la turbina está configurada como una turbina de flujo transversal para que los productos 500 sólidos que interactúan con la turbina 106 accionen en primer lugar una primera cuchilla 402 en una parte superior, en segundo lugar atraviesen un interior de la turbina 106 y en tercer lugar dirijan una segunda cuchilla 402 en una parte inferior de la turbina 106 antes de abandonar esta última. Esta es una manera muy eficiente de configurar una turbina de  
20 partículas sólidas, ya que el impacto de energía de los productos 500 sólidos a la turbina 106 es mayor (por ejemplo, aproximadamente el doble) que el impacto de energía sin el flujo transversal descrito.

La turbina de flujo transversal de la figura 16, a diferencia de las realizaciones descritas anteriormente, no tiene espacios de alojamiento 404 cerrados en forma de copa, sino que en lugar de esto tiene secciones intermedias  
25 abiertas 404' entre cuchillas 402 adyacentes para permitir el flujo transversal. Por lo tanto, la turbina 106 es una turbina de flujo transversal que tiene la pluralidad de cuchillas 402, en la que una pluralidad de trayectorias de flujo transversal continuamente abiertas se forman entre la pluralidad de cuchillas 402. Una de las trayectorias de flujo transversal abiertas se muestra en la figura 16 con el número de referencia 1670.

30 La figura 17 ilustra un sistema de conversión de energía 1700 para una mejor comprensión de la invención. De nuevo, un gráfico de velocidad 810 muestra la dependencia espacial de la velocidad del producto en movimiento 500 a lo largo de la trayectoria de procesamiento, véanse los números de referencia 1702, 1704. En esta realización, la turbina 106 está configurada como una turbina inferior, es decir, los productos 500 sólidos son suministrados en un fondo de la turbina 106 y luego dejan la turbina 106 también en un fondo de la turbina 106.

35 La figura 18 ilustra una vista superior y la figura 19 ilustra una vista lateral de un sistema de conversión de energía 1800 para una mejor comprensión de la invención. De nuevo, un gráfico de velocidad 810 muestra la dependencia espacial de la velocidad del producto en movimiento 500 a lo largo de la trayectoria de procesamiento, véanse los números de referencia 1802, 1804. A diferencia de las realizaciones descritas anteriormente (en las que las turbinas tienen un eje de rotación horizontal, aunque los ejes de rotación inclinados son posibles también), la turbina 106 tiene un eje de rotación 1806 vertical. Además, se proporciona una forma de embudo en el sistema de conversión de  
40 energía 1800.

La figura 20 ilustra una disposición de transporte de productos según una realización ejemplar de la invención. En la realización mostrada, los productos sólidos se suministran a una pila de reserva (en lugar de una cinta transportadora adicional) como unidad de destino de productos 110.  
45

La figura 21 ilustra una disposición de transporte de productos según una realización ejemplar de la invención. En esta disposición, los productos sólidos (no mostrados a lo largo de toda la trayectoria de transporte) se suministran a lo largo de una trayectoria que se indica mediante flechas en la figura 21. La disposición de transporte de productos se configura como un apilador y comprende un carro de estacionamiento 2100 para suministrar los productos sólidos. Posteriormente, los productos sólidos se transfieren, a través de una primera turbina 106 para recuperar energía de los productos sólidos, a una cinta transportadora 102 que actúa como apilador y está inclinada con relación al suelo (en la que la cinta transportadora 102 puede girar para ajustar el ángulo de inclinación). Aguas  
50 abajo de la cinta transportadora 102, los productos sólidos se transfieren, a través de una segunda turbina 106 para recuperar energía de los productos sólidos, a una pila de reserva 110.  
55

La figura 22 ilustra una disposición de transporte de productos según otra realización ejemplar de la invención. En esta disposición, los productos sólidos (no mostrados a lo largo de toda la trayectoria de transporte) se suministran a lo largo de una trayectoria que está indicada por flechas y que incluye un transportador continuo de suministro de productos 102 sólidos, una turbina de recuperación de energía 106 y un transportador continuo de descarga de productos 110 sólidos. Los transportadores 102, 110 continuos están situados con un solapamiento espacial mutuo de tamaño D, en el escenario horizontal mostrado, a lo largo de la dirección de transporte de productos a fin de suprimir o incluso eliminar la pérdida de productos en la operación de traspaso.  
60  
65

La orientación espacial del transportador continuo 110 que retira los productos sólidos 500 puede disponerse de cualquier manera deseada, por ejemplo, girada a 90° con relación a la dirección del transportador del transportador 110 que entrega los productos sólidos 500.

5 La figura 23 ilustra una disposición de transporte de productos según otra realización ejemplar de la invención. En esta disposición, los productos sólidos son suministrados por un recipiente de suministro 2300 con una boquilla de ahusamiento 2302 cónico. El suministro de los productos sólidos se realiza haciendo uso de la fuerza de gravedad (véase el vector g en la figura 23). La figura 23 puede adaptarse a un escenario de descarga desde un búnker, un canal, un silo, etc., a través de una turbina 106 hasta un transportador continuo 110 (o a un camión, un barco, un tren, etc.).

La figura 24 ilustra ejemplos de aplicación de realizaciones de la invención a diversos escenarios técnicos.

15 La figura 25 ilustra un aparato de recuperación de energía 1650 con una turbina de flujo 106 transversal según otra realización ejemplar de la invención. La turbina de flujo 106 transversal tiene un eje de rotación 2900 horizontal, pero puede estar alternativamente equipada con un eje de rotación 1806 vertical (por ejemplo, tal como en la figura 19). El aparato de recuperación de energía 1650 tiene una placa de guía arqueada 2450 dispuesta y doblada lateralmente a lo largo de al menos una parte de una circunferencia abierta de la turbina de flujo 106 transversal para reflejar al menos parcialmente productos sólidos en movimiento 500 que salen lateralmente de la turbina de flujo 106 transversal en la turbina de flujo 106 transversal (véase la flecha 2577). Al tomar esta medida, el rendimiento del aparato recuperador de energía 1650 aumenta tanto en términos de recuperación de energía como de pérdida de productos en movimiento 500. De nuevo, un gráfico de velocidad 810 muestra la dependencia espacial de la velocidad de los productos en movimiento 500 a lo largo de la trayectoria de procesamiento, véase los números de referencia 2400, 2402, 2404.

25 La selección de una turbina de flujo 106 transversal para un aparato de recuperación de energía según una realización ejemplar de la invención tiene la ventaja de que los productos en movimiento 500 son menos propensos a salir de espacios de alojamiento de productos 404' debido a la fuerza centrífuga, ya que los productos en movimiento están transportado además hacia una abertura interna de flujo de la turbina de flujo 106 transversal. Por lo tanto, solo una parte menor de la corriente de productos en movimiento 500 es forzada a abandonar involuntariamente los espacios de alojamiento de productos 404' cuando la corriente de productos en movimiento 500 cae en los espacios de alojamiento de productos 404' individuales y se refleja posteriormente hacia fuera. Sin embargo, esta parte puede ser guiada de vuelta a la turbina de flujo 106 transversal por la placa de guía 2450.

35 La figura 26 ilustra un diagrama 2500 que muestra una dependencia entre el tiempo (trazado a lo largo de una abscisa 2502) y el par motor (trazado a lo largo de una ordenada 2504) del aparato de recuperación de energía 1650 con la turbina de flujo 106 transversal de la figura 25.

40 Finalmente, debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica serán capaces de diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no se interpretarán como limitantes de las reivindicaciones. Las palabras "que comprende" y "comprende", y similares, no excluyen la presencia de elementos o etapas distintas a las enumeradas en cualquier reivindicación o especificación en conjunto.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de recuperación de energía para recuperar energía de productos sólidos en movimiento (500) de una disposición de transporte de productos (100), comprendiendo el aparato de recuperación de energía:
- 5 una interfaz de suministro de productos (104) configurada para proporcionar productos sólidos en movimiento (500) desde una unidad de suministro de productos (102) sólidos;  
una interfaz de reenvío de productos (108) configurada para reenviar los productos sólidos en movimiento (500) proporcionados a una unidad de destino de productos (110) sólidos;
- 10 una turbina de flujo (106) transversal dispuesta aguas abajo de la interfaz de suministro de productos (104) y aguas arriba de la interfaz de reenvío de productos (108) y está configurada para ser accionada por la energía de los productos en movimiento (500) para recuperar parte de la energía de los productos en movimiento (500), en el que la turbina de flujo (106) transversal tiene una pluralidad de cuchillas (402),
- 15 en el que se forma una trayectoria de flujo transversal (1670) continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas (402), de modo que los productos (500) sólidos se proporcionan en el borde de la turbina y salen en el lado opuesto después de pasar una parte central de la turbina.
2. El aparato de recuperación de energía según la reivindicación 1, en el que la turbina (106) comprende una pluralidad de cuchillas (402), en el que los espacios de alojamiento de productos (404, 404') están delimitados entre las cuchillas adyacentes de la pluralidad de cuchillas (402), estando las cuchillas (402) configuradas para hacerse girar alrededor de un cojinete (410) con el suministro de los productos sólidos en movimiento (500) proporcionados a los espacios de alojamiento de productos (404, 404').
3. El aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende un generador (302) configurado para generar energía eléctrica en función de la energía de los productos en movimiento (500) que accionan la turbina (106).
4. El aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una unidad de retroalimentación de energía (202) que se va a acoplar a la turbina y está configurada para suministrar la energía recuperada para accionar al menos uno del grupo que consiste en una unidad de suministro de productos (102) sólidos y la unidad de destino de productos (110) sólidos.
5. El aparato de recuperación de energía según la reivindicación 4, en el que la unidad de retroalimentación de energía (202) comprende un sistema de acoplamiento de energía cinética que está:
- 35 acoplado a un árbol de turbina (410) de la turbina (106) que se hace girar por los productos en movimiento (500);  
y  
que se va a acoplar a un árbol de accionamiento (416) para accionar al menos una de la unidad de suministro de productos sólidos (102) y la unidad de destino de productos (110) sólidos;
- 40 de manera que la energía cinética recuperada se transfiere desde el árbol de la turbina (410) al árbol de accionamiento (416) a través del sistema de acoplamiento de energía cinética.
6. El aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende una turbina de flujo transversal adicional, dispuesta aguas abajo de la interfaz de suministro de productos (104) y aguas arriba de la interfaz de reenvío de productos (108) y que está configurada para ser accionada por la energía de una parte de los productos en movimiento (500), cuya parte no acciona la turbina (106), para recuperar parte de la energía de la parte de los productos en movimiento (500);  
en el que la turbina (106) y la turbina (306) adicional están montadas a contracorriente para compensar, de este modo, al menos parcialmente una carga de torsión.
7. El aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la turbina (106) está configurada para suministrar los productos en movimiento (106) con una velocidad que está sincronizada a una velocidad de la unidad de destino de productos (110) sólidos.
8. El aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende al menos una estructura de guía (2450) dispuesta lateralmente a lo largo de al menos una parte de una circunferencia abierta de la turbina de flujo (106) transversal para guiar hacia atrás los productos sólidos en movimiento (500) que salen lateralmente de la turbina de flujo (106) transversal hacia atrás en la turbina de flujo (106) transversal.
9. Una disposición de transporte de productos (100) para transportar productos sólidos (500), comprendiendo la disposición de transporte de productos (100):
- 60 un aparato de recuperación de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para recuperar energía de los productos (500) sólidos que se mueven a lo largo de la disposición de transporte de productos (100);  
la unidad de suministro de productos (101) sólidos configurada para suministrar los productos sólidos en movimiento (500) a la interfaz de suministro de productos (104);
- 65

la unidad de destino de productos (110) sólidos configurada para recibir los productos sólidos en movimiento (500) desde la interfaz de reenvío de productos (108).

- 5 10. La disposición de transporte de productos (100) según la reivindicación 9, en la que la unidad de suministro de productos (102) sólidos es un transportador continuo de suministro para transportar los productos (500) sólidos al aparato de recuperación de energía y/o  
en la que la unidad de destino de productos (110) sólidos es un transportador continuo de destino para transportar los productos (500) sólidos lejos del aparato de recuperación de energía.
- 10 11. La disposición de transporte de productos (100) según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en la que la unidad de suministro de productos (102) sólidos está situada a un nivel vertical superior a la unidad de destino de productos (110) sólidos de manera que los productos sólidos en movimiento (500) caen hacia abajo bajo la influencia de la gravedad cuando pasan desde la unidad de suministro de productos sólidos (102) a través de la turbina (106) hacia la unidad de destino de productos (110) sólidos accionando de este modo la turbina (106) y/o  
15 en la que la unidad de suministro de productos (102) sólidos está configurada para suministrar los productos en movimiento (500) a la turbina (106) de manera que al menos una parte de la energía cinética de los productos en movimiento (500) se transfiera a la turbina (106) para accionar la turbina (106).
- 20 12. La disposición de transporte de productos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la unidad de suministro de productos sólidos (2300) está configurada para suministrar los productos en movimiento (500) a la turbina (106) a través de un recipiente (2300) que tiene una boquilla (2302) para descargar los productos (500) sólidos a la turbina (106).
- 25 13. La disposición de transporte de productos (100) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en la que la turbina (106) está dispuesta para reducir el desgaste en los puntos de transferencia y descarga de la unidad de suministro de productos (101) sólidos y/o los productos sólidos unidad de destino (110) y/o en un canal de deflexión como resultado de una transferencia suave y direccional de los productos sólidos en movimiento (500).
- 30 14. Un método de recuperación de energía de productos sólidos en movimiento (500) de una disposición de transporte de productos (100), comprendiendo el método:  
proporcionar (104) productos sólidos en movimiento (500) de una unidad de suministro de productos (102) sólidos;  
35 reenviar (108) los productos sólidos en movimiento (500) proporcionados a una unidad de destino de productos (110) sólidos;  
accionar una turbina de flujo (106) transversal, que manipula los productos (500) sólidos entre la provisión (104) y el reenvío (108), por la energía de los productos en movimiento (500) para recuperar parte de la energía de los productos en movimiento (500),  
40 en el que la turbina de flujo (106) transversal tiene una pluralidad de cuchillas (402),  
en el que se forma una trayectoria de flujo transversal (1670) continuamente abierta entre la pluralidad de cuchillas (402), de manera que los productos (500) sólidos se proporcionen en el borde de la turbina y salgan en el lado opuesto después de pasar una parte central de la turbina.

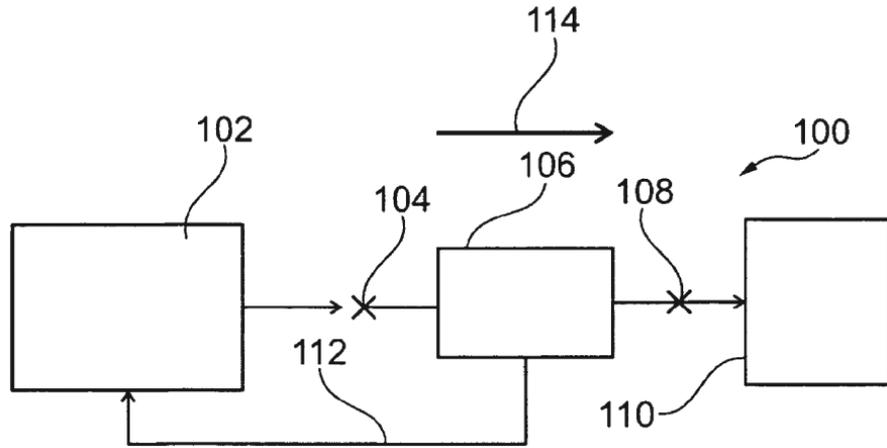


Fig. 1

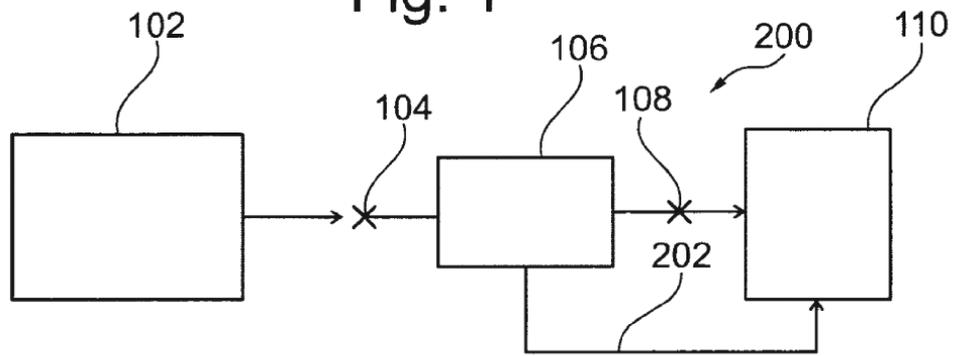


Fig. 2

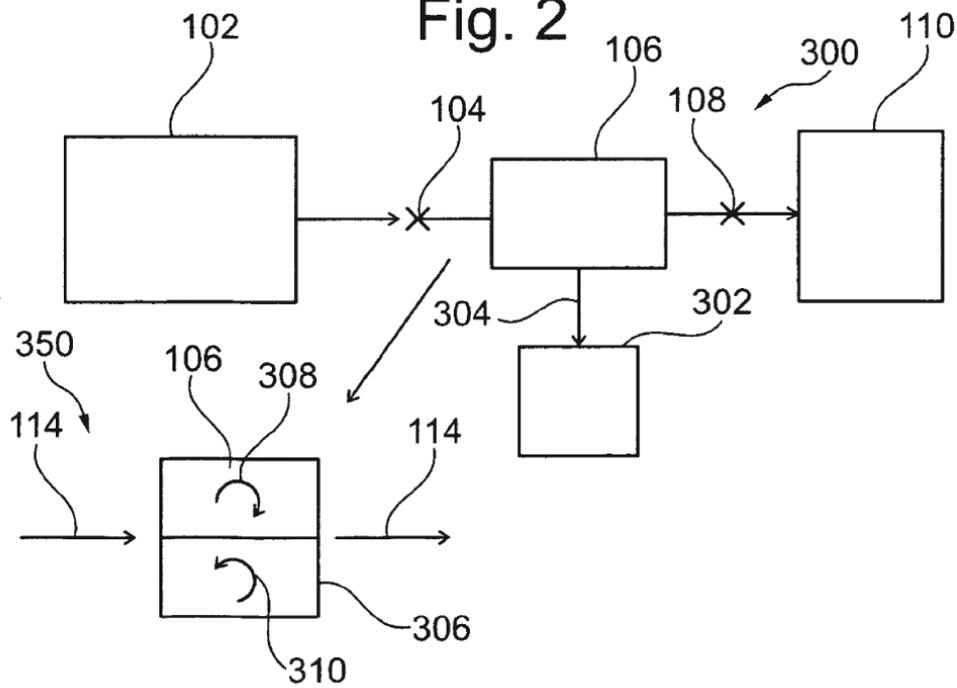


Fig. 3

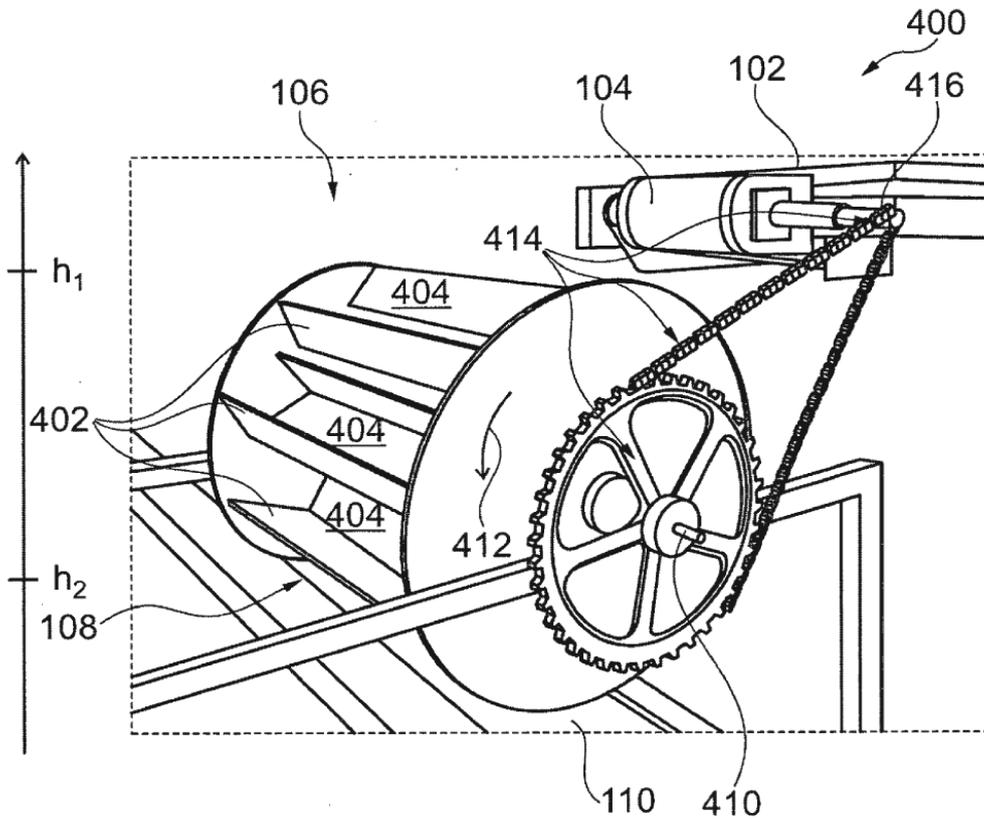


Fig. 4

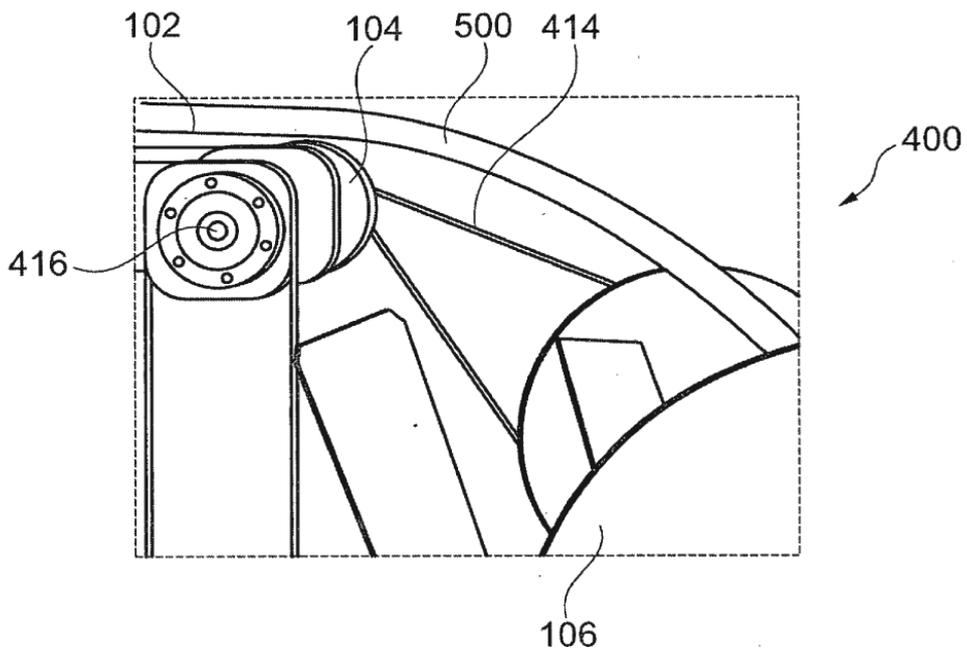


Fig. 5

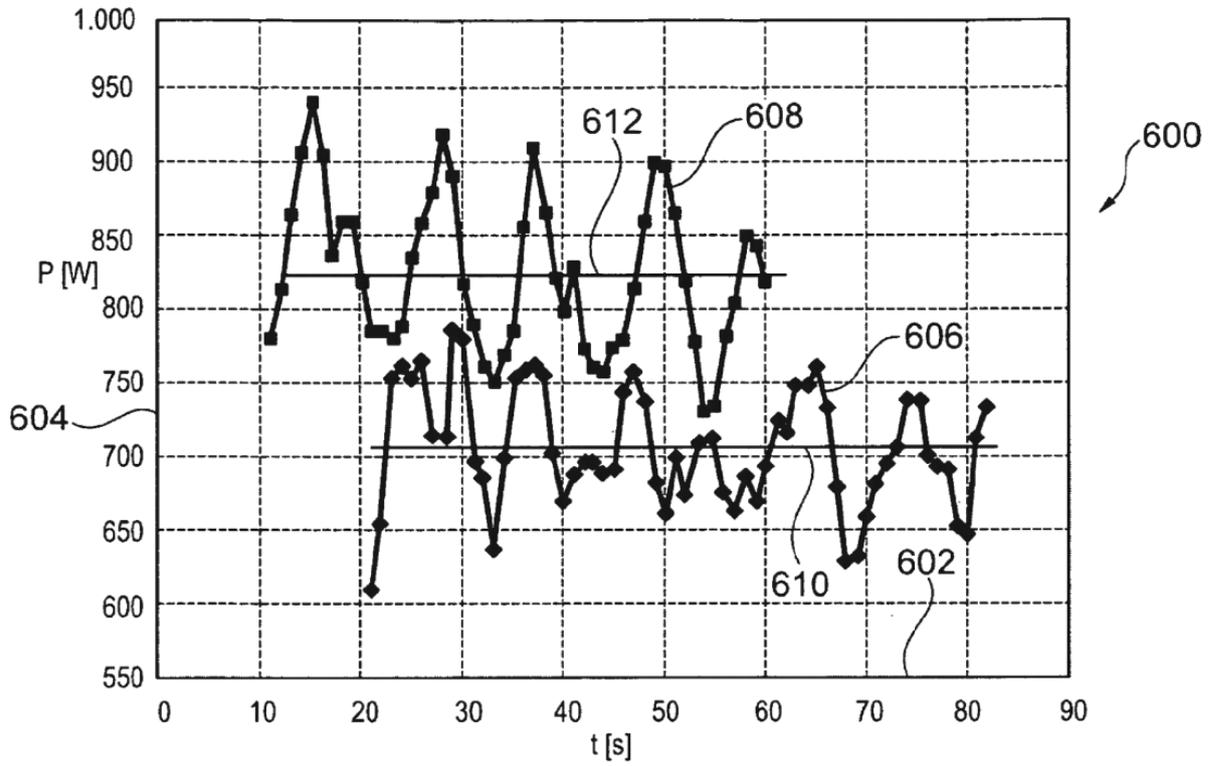


Fig. 6

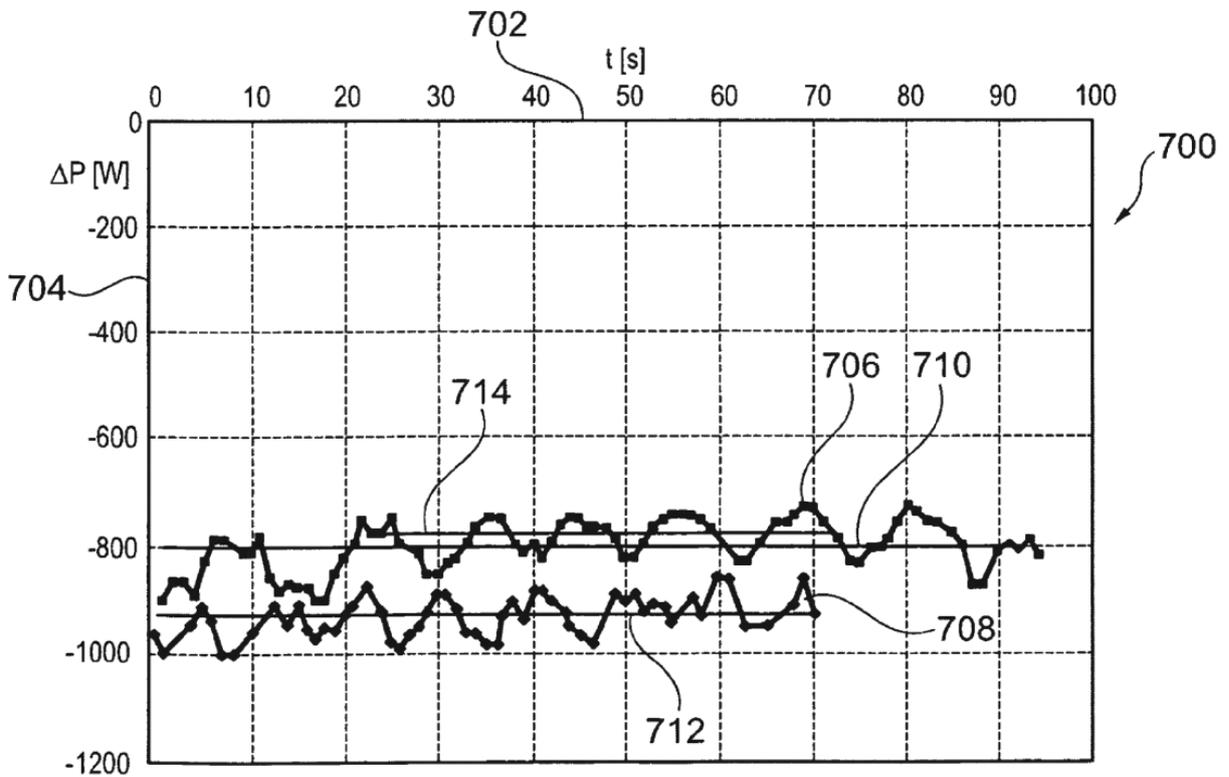


Fig. 7

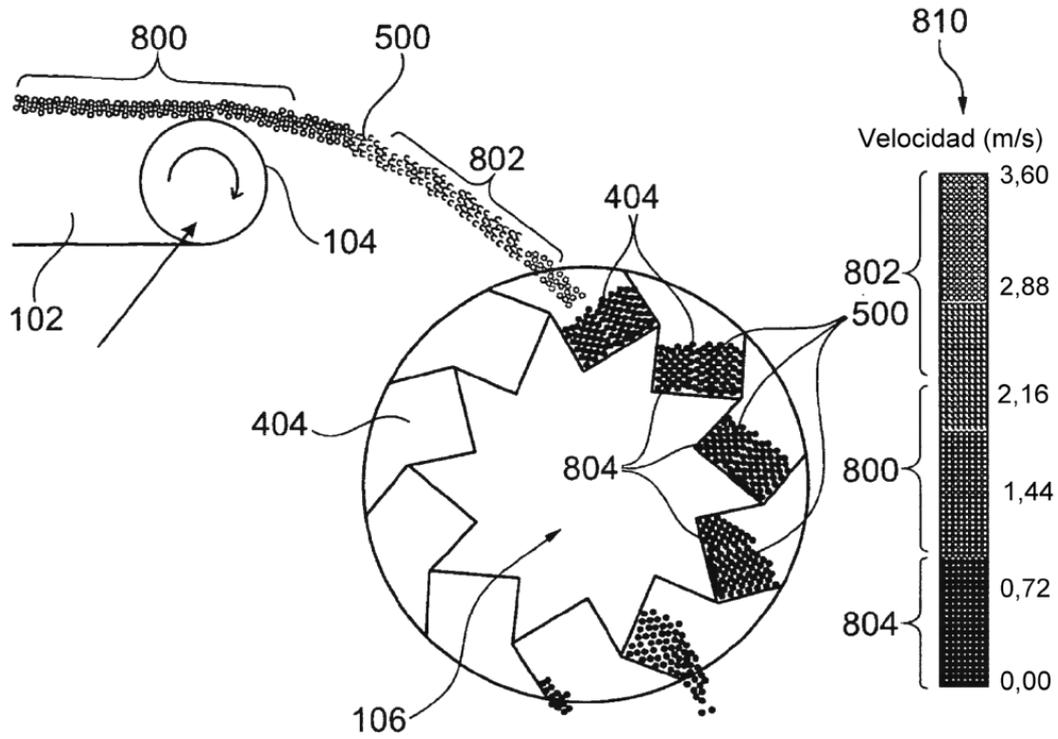


Fig. 8

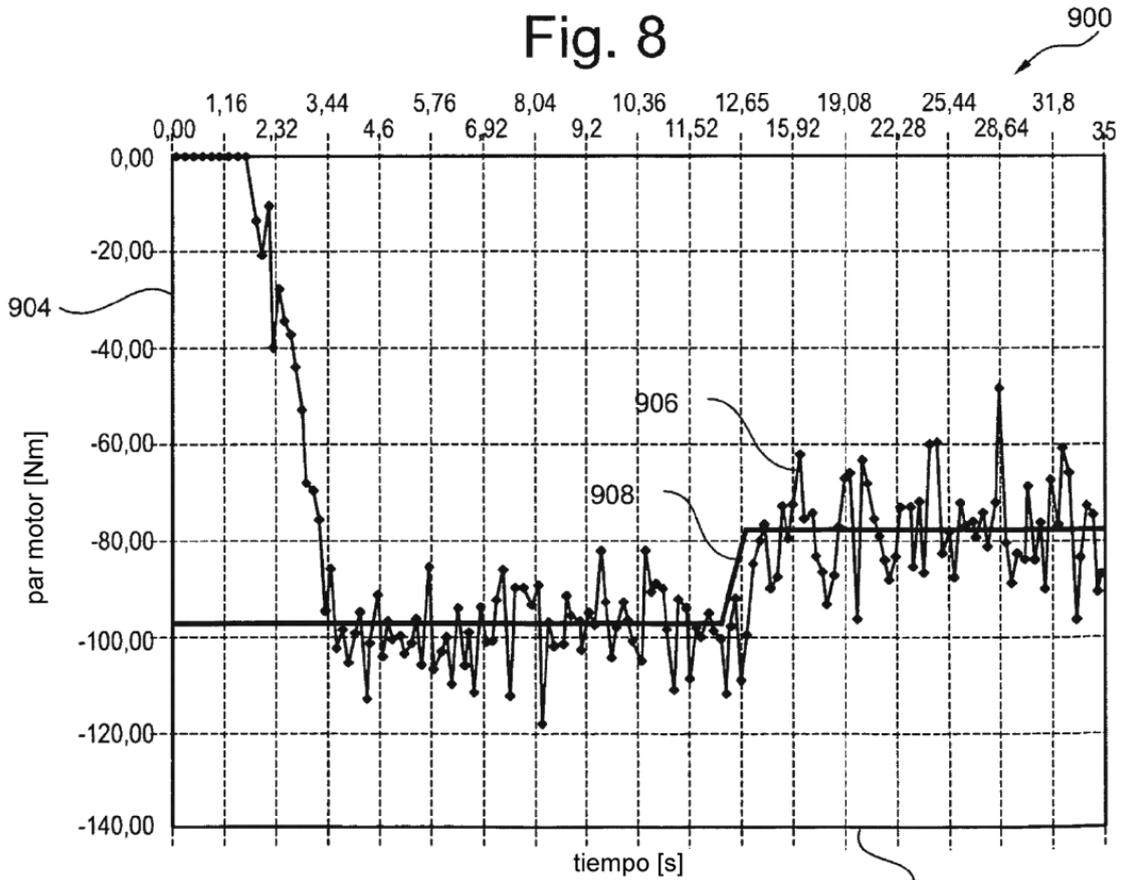


Fig. 9

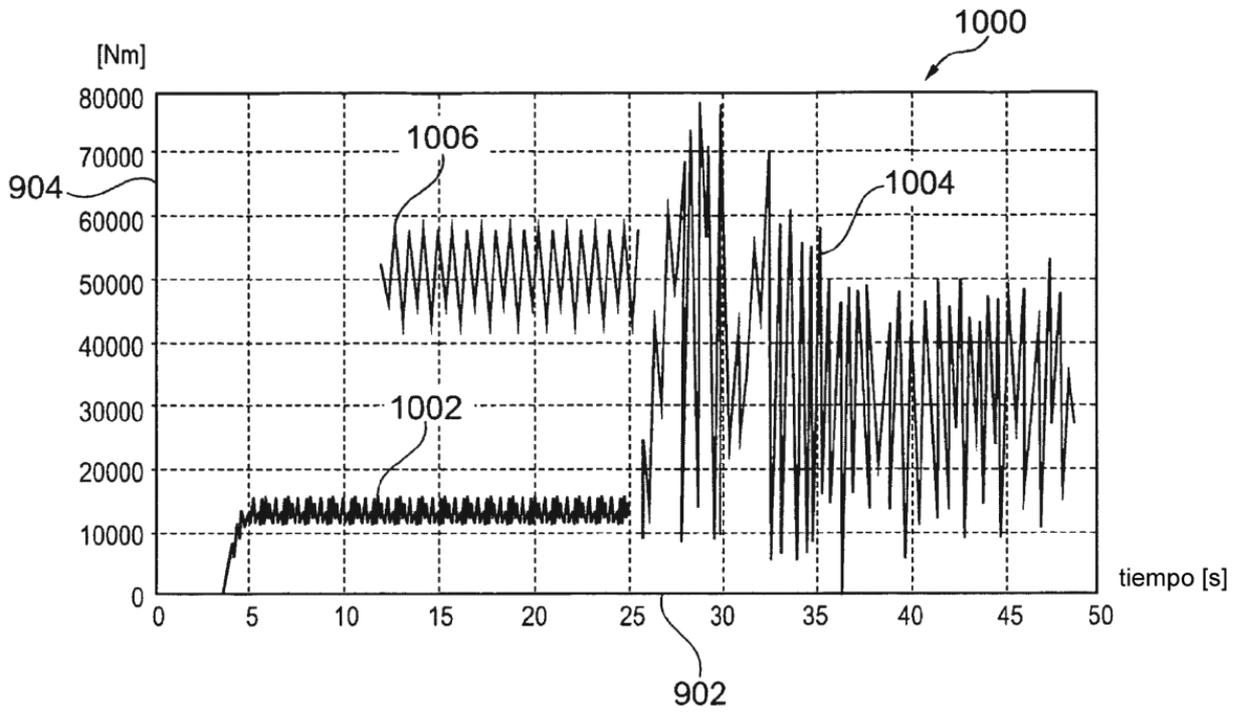


Fig. 10

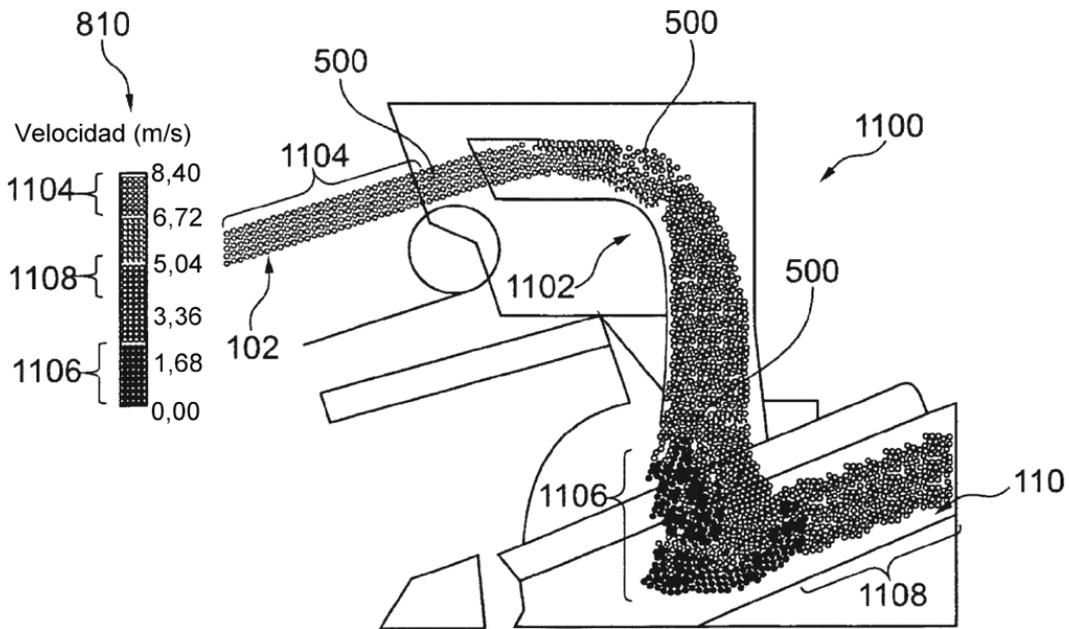


Fig. 11

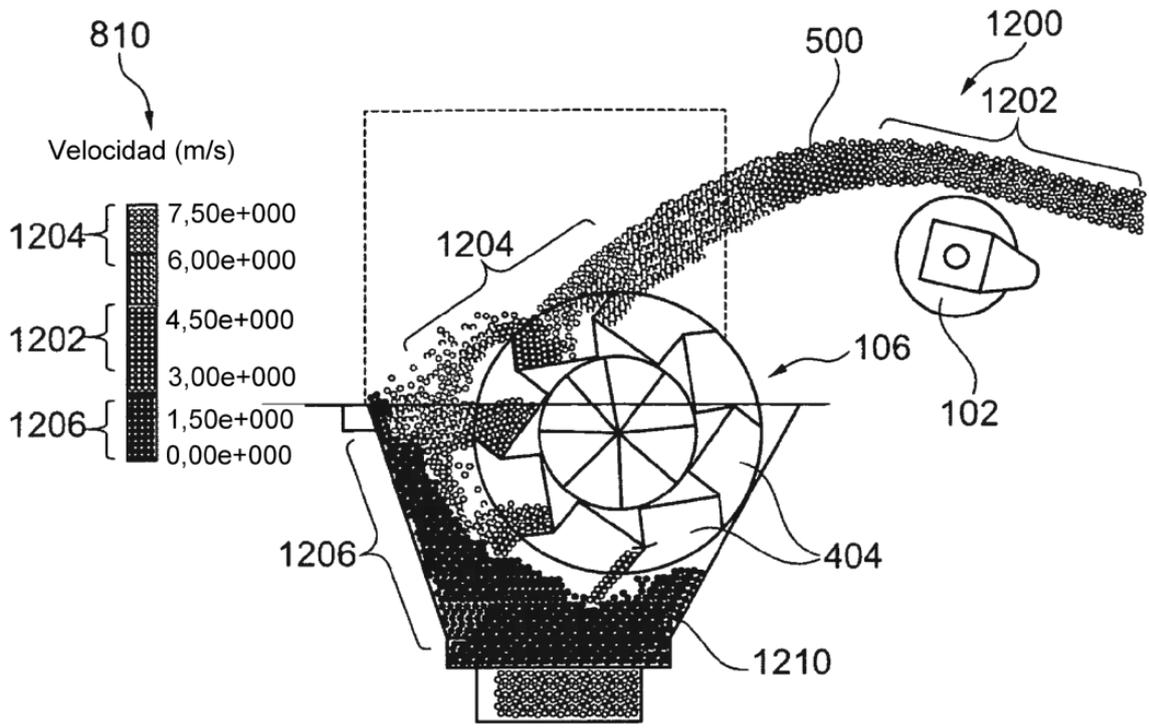


Fig. 12

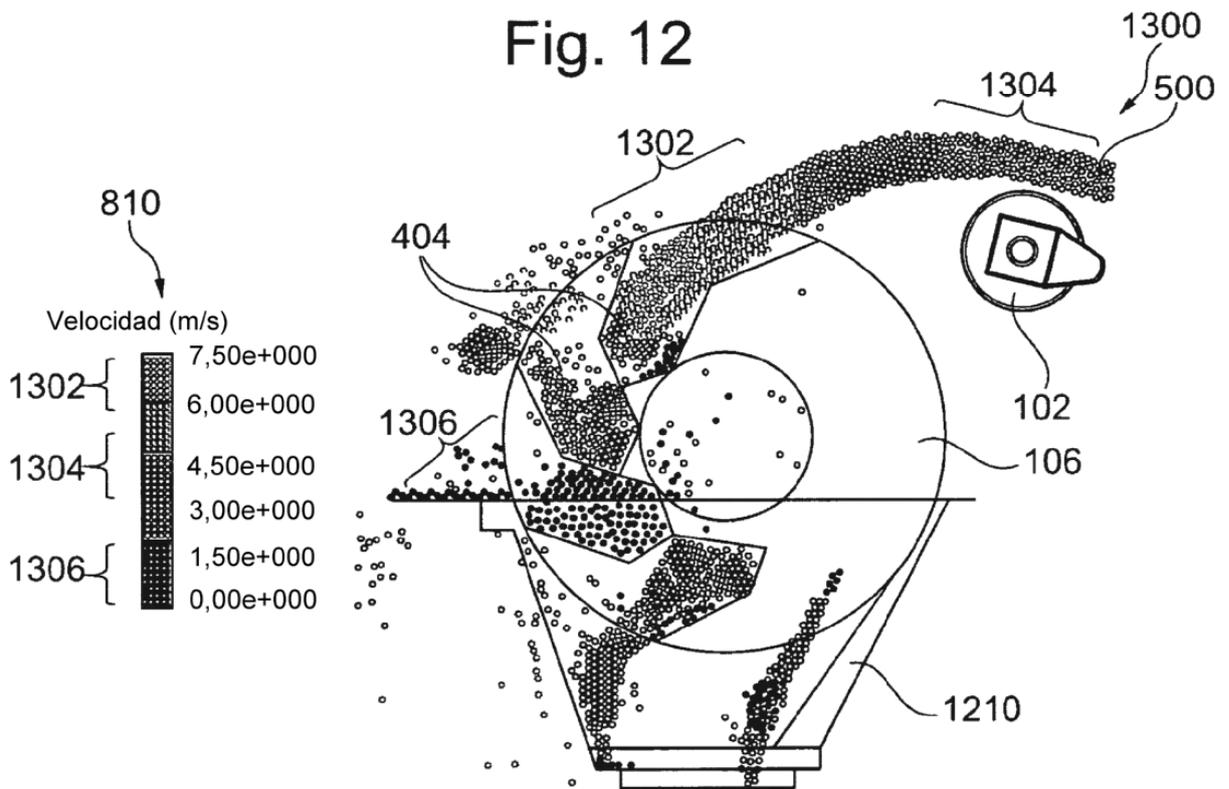


Fig. 13

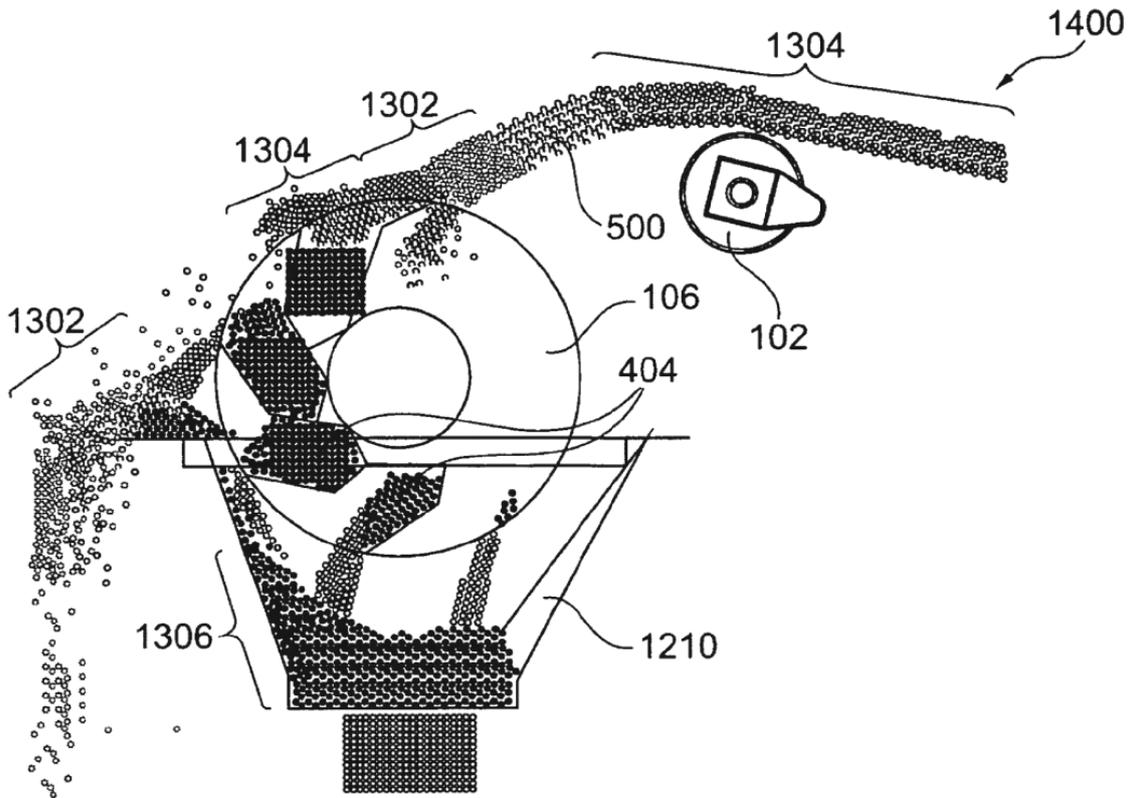


Fig. 14

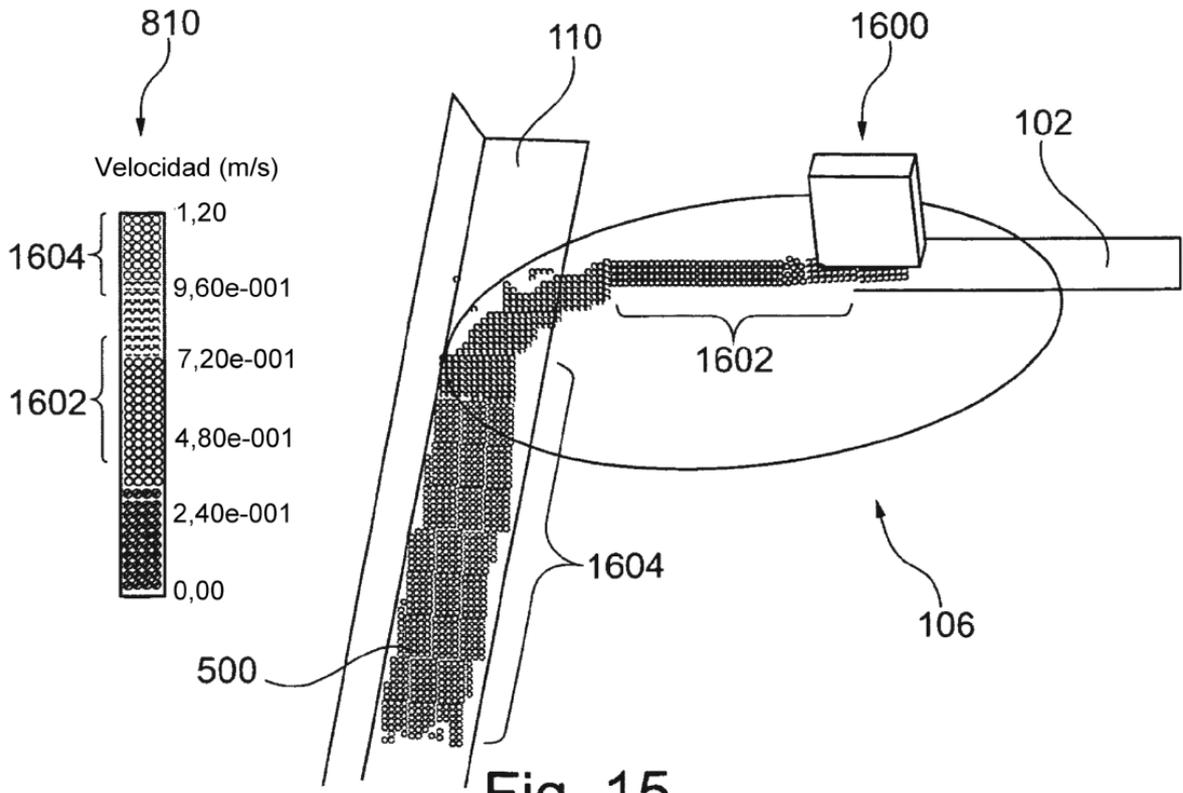


Fig. 15

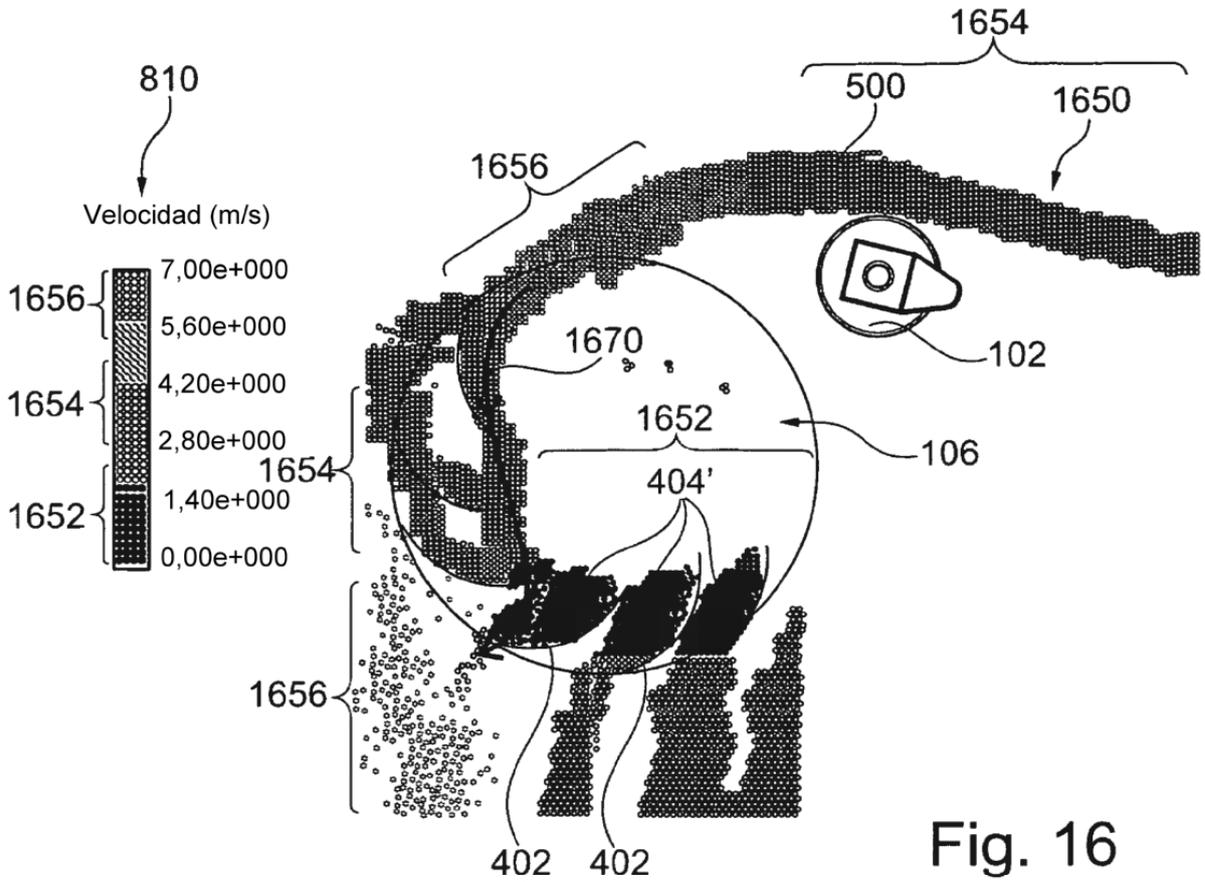


Fig. 16

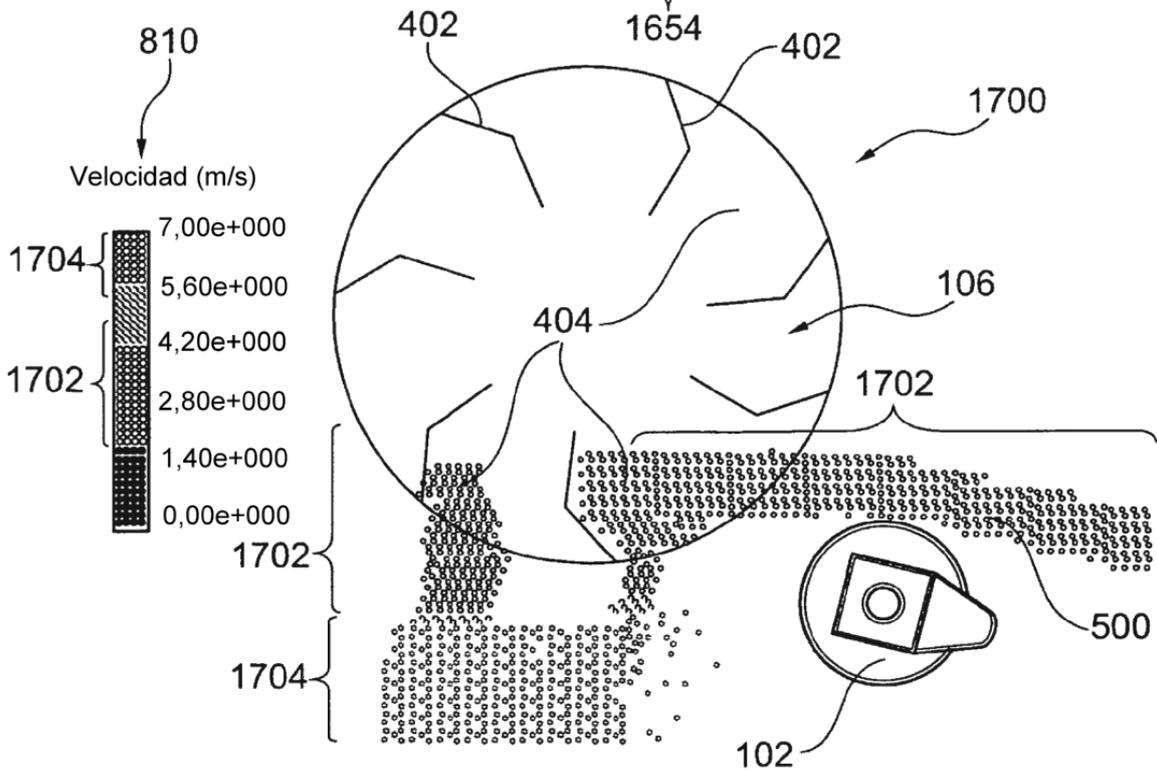
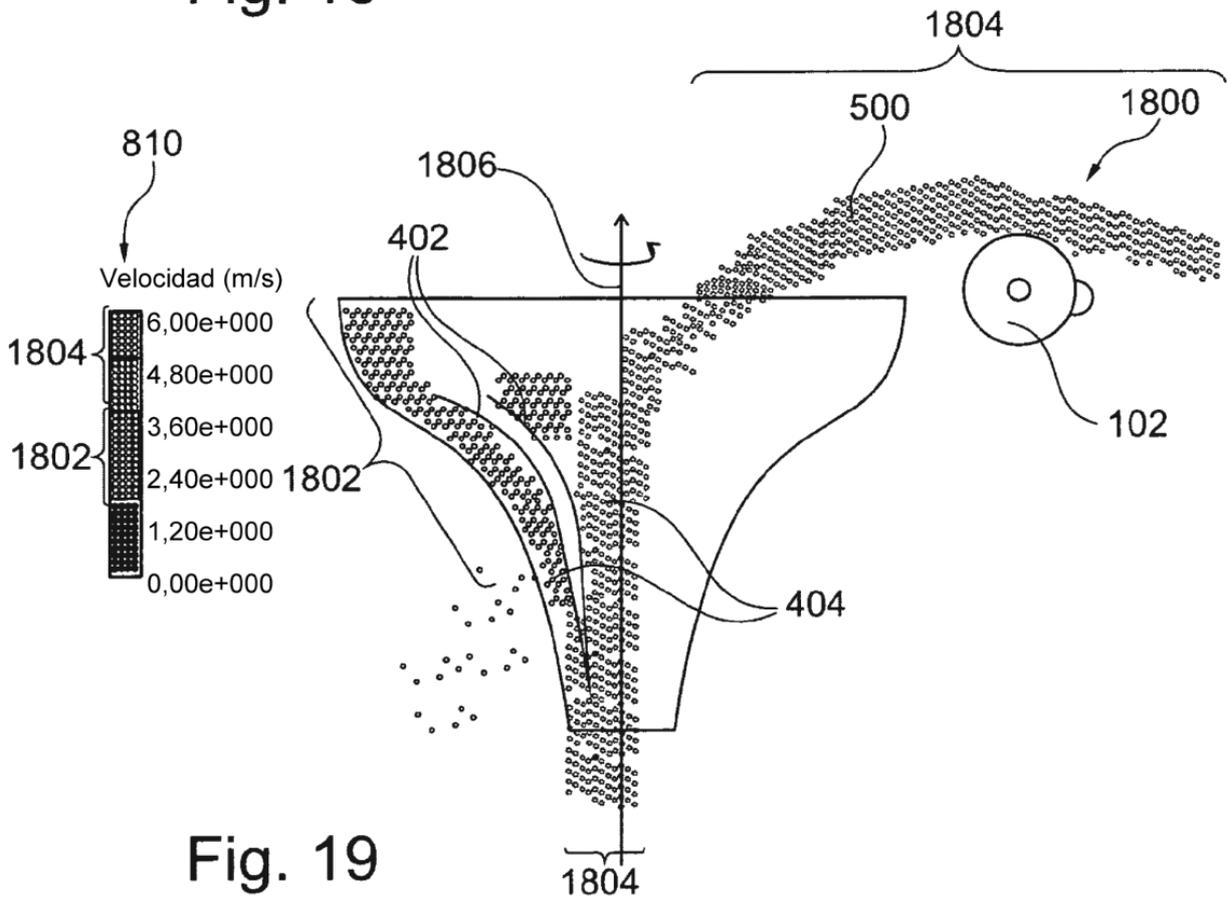
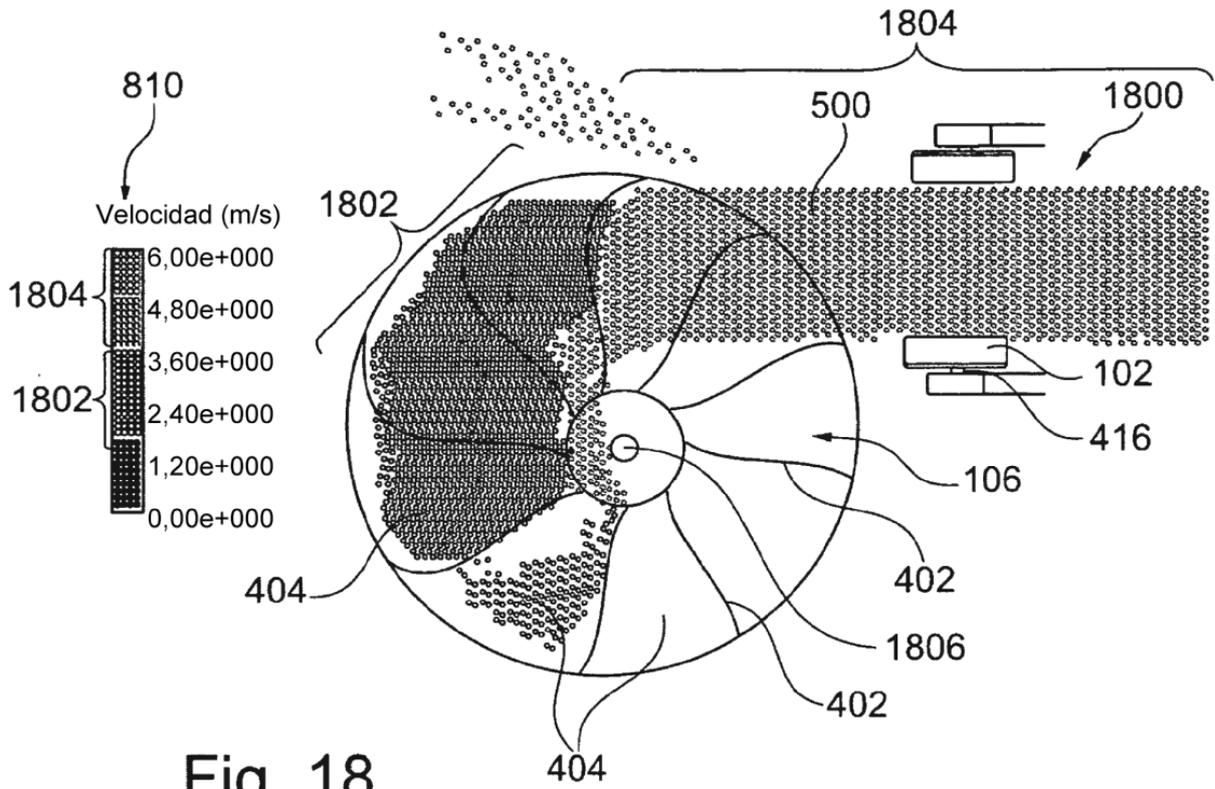


Fig. 17



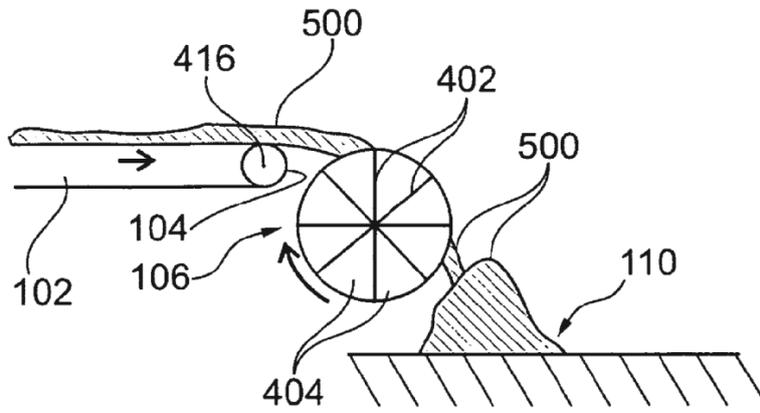


Fig. 20

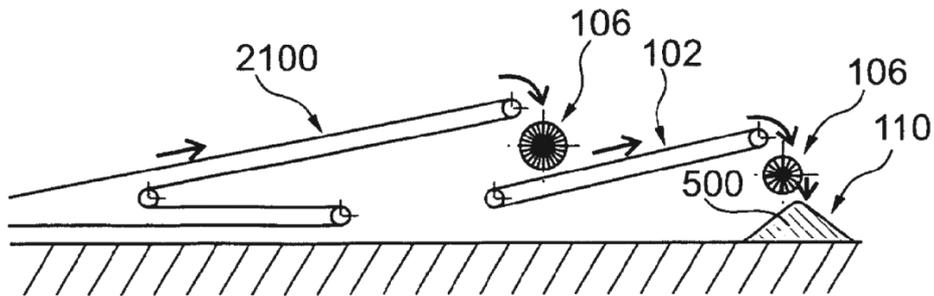


Fig. 21

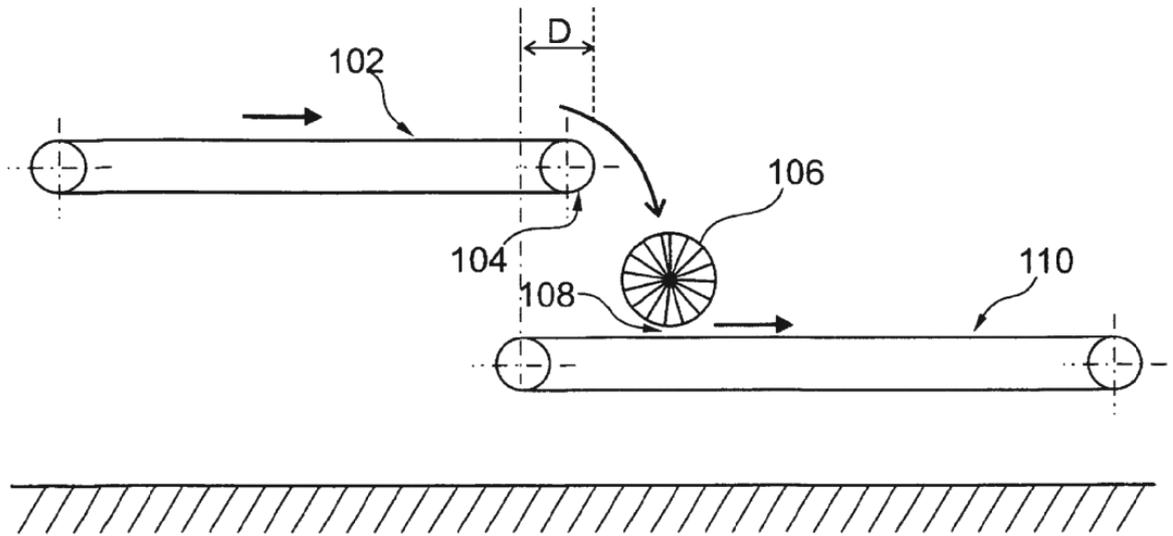


Fig. 22

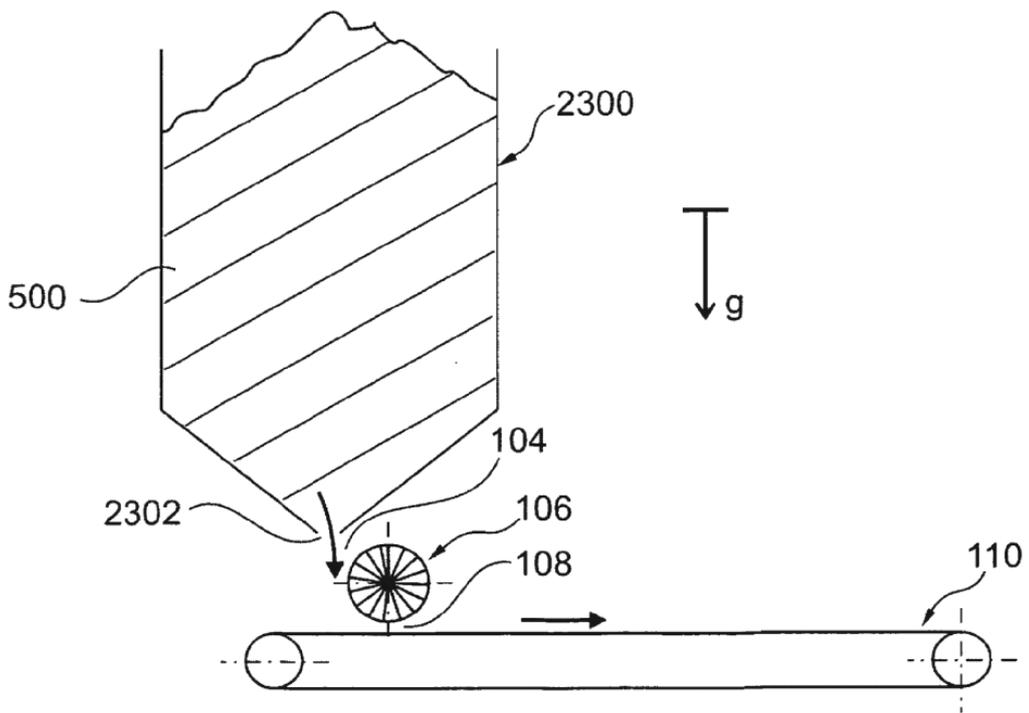


Fig. 23

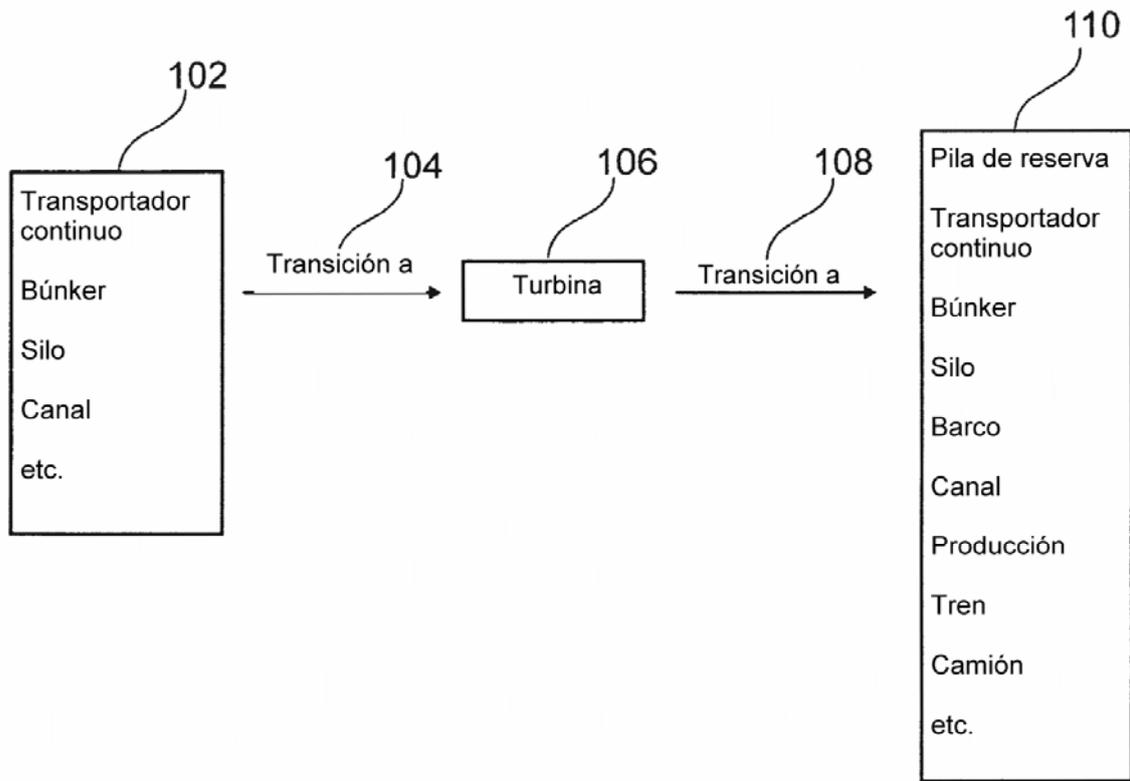


Fig. 24

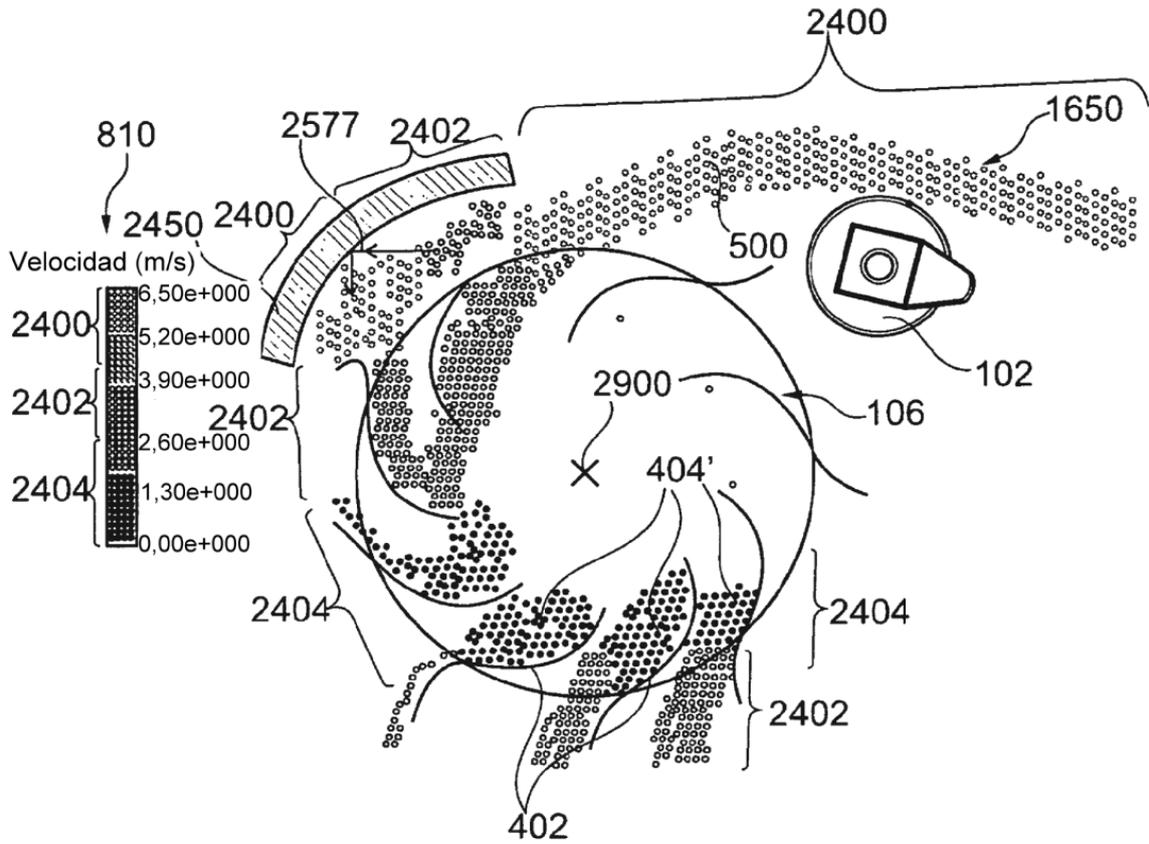


Fig. 25

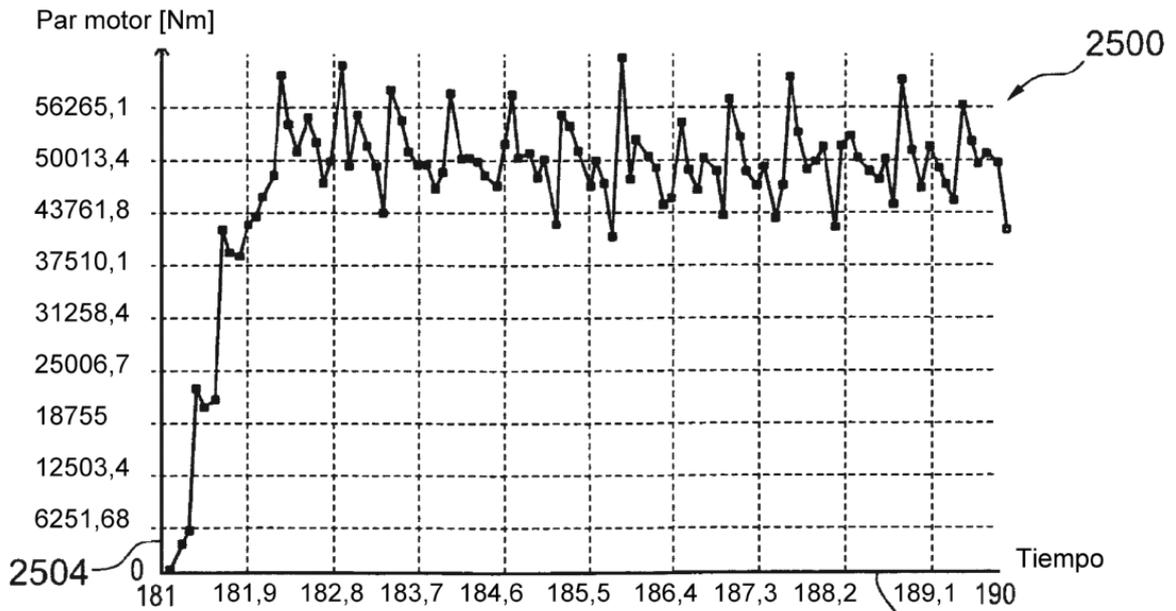


Fig. 26