

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 552**

51 Int. Cl.:

B02C 23/02 (2006.01)

B02C 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2016** **PCT/FI2016/050844**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017** **WO17093610**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2016** **E 16822224 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021** **EP 3383544**

54 Título: **Procedimiento y disposición para controlar un proceso de conminución que tiene un circuito de molienda**

30 Prioridad:

01.12.2015 FI 20155908

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

24.11.2021

73 Titular/es:

METSO OUTOTEC FINLAND OY (100.0%)
Lokomonkatu 3
33900 Tampere, FI

72 Inventor/es:

KAARTINEN, JANI;
RANTALA, ARI;
REMES, ANTTI;
SUONTAKA, VILLE;
MOILANEN, JARI y
SAVIRANTA, PERTTI

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 880 552 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

Procedimiento y disposición para controlar un proceso de conminución que tiene un circuito de molienda

5 SECTOR DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al sector de los procesos minerales y metalúrgicos, al procesamiento de conminución o desintegración en general y al procesamiento de conminución mediante trituradoras y molinos de tambor y, más concretamente, a un procedimiento y a una disposición para controlar un proceso de conminución que tiene un circuito de molienda.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Uno de los procesos más comunes en la minería y en la metalurgia es el procesamiento de conminución o desintegración de minerales. El conminución se consigue mediante voladura, trituración y molienda. Por ejemplo, el documento de Patente US 2002/170367 A1 da a conocer un sistema de control de la realimentación y un procedimiento para un proceso de trituración que utiliza un análisis automatizado de fragmentos u objetos.

Cuando se activa un circuito de molienda en un proceso de conminución, las características cambiantes del mineral dan lugar a una variación en la capacidad de molienda, la distribución del tamaño de los fragmentos producidos y el consumo de energía por tonelada procesada de mineral. Debido a los elevados costes operativos y al valor del caudal de material, la optimización del funcionamiento de un circuito de molienda en un proceso de conminución tiene un gran impacto económico en el rendimiento de una planta de procesamiento de minerales.

En general, existen algunos problemas con las soluciones de la técnica anterior para controlar un proceso de conminución. Por lo tanto, el problema es encontrar una solución más fiable y precisa para controlar un proceso de conminución.

En el mercado existe una demanda de un procedimiento para controlar un proceso de conminución, cuyo procedimiento que podría proporcionar un proceso de conminución mejor controlado en comparación con las soluciones de la técnica anterior. Del mismo modo, existe una demanda en el mercado de una disposición para controlar un proceso de conminución, disposición que haría que el proceso de conminución estuviera mejor controlado en comparación con las soluciones de la técnica anterior.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento y una disposición de modo que se superen los problemas anteriores y se reduzcan los inconvenientes anteriores.

Los objetivos de la invención se consiguen mediante un procedimiento para controlar un proceso de conminución que tiene un circuito de molienda, cuyo procedimiento comprende las etapas de:

- medir datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional del mineral que entra en dicho circuito de molienda con un sistema de toma de imágenes;

- medir datos del tamaño de los fragmentos para el cálculo del valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral que salen de dicho circuito de molienda con un equipo de análisis del tamaño de los fragmentos;

- recibir un perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral entrante, siendo calculado y/o reconstruido dicho perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral entrante a partir de dichos datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional;

- recibir un valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente, siendo calculado dicho valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente en base a dichos datos medidos del tamaño de los fragmentos;

- calcular datos de las características del mineral en base a dicho perfil de distribución del tamaño de los fragmentos y en dicho valor característico del tamaño de los fragmentos, identificando dichos datos de las características del mineral la dureza del mineral, que se calcula sobre todo el circuito de molienda que está en funcionamiento continuo; y

- controlar el circuito de molienda en dicho proceso de conminución en base a dichos datos calculados de las características del mineral.

Preferentemente, dicho procedimiento comprende las etapas de:

- reconstruir una reconstrucción tridimensional del mineral entrante a partir de dichos datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional; y

- calcular un perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral que entra en base a dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante.

Preferentemente, dicho procedimiento comprende una etapa de calcular el valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente en base a dichos datos del tamaño de los fragmentos medidos.

Preferentemente en el procedimiento, dicho circuito de molienda comprende:

- por lo menos dos grupos de molinos dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de dichos por lo menos dos grupos de molinos, por lo menos, un molino; y

- por lo menos un bloque de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos un bloque de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación.

Preferentemente en el procedimiento, dicho mineral entrante es transportado por un transportador, y dicho sistema de toma de imágenes está situado en la proximidad de dicho transportador.

Preferentemente, dicho procedimiento comprende una etapa de recepción de los datos del proceso de conminución para controlar dicho proceso de conminución, incluyendo dichos datos del proceso de conminución uno o varios de los siguientes datos: alimentación de la masa de mineral, densidad, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, tamaño del producto de la molienda, potencia consumida por el molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.

Preferentemente, dicho procedimiento comprende una etapa de cálculo de los datos de valor de control para controlar un circuito de trituración y/o para controlar un circuito de molienda. Preferentemente, dicho procedimiento comprende una etapa de enviar una señalización de control y/o una señalización de datos a un circuito de trituración y/o a un circuito de molienda.

Además, los objetivos de la invención se consiguen mediante una disposición para controlar un proceso de conminución que tiene un circuito de molienda, cuya disposición comprende

- un sistema de toma de imágenes, midiendo dicho sistema de toma de imágenes los datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional del mineral entrante en dicho circuito de molienda;

- un equipo de análisis del tamaño de los fragmentos que mide los datos del tamaño de los fragmentos para el cálculo del valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral que sale de dicho circuito de molienda;

- un bloque de cálculo de datos de las características del mineral, recibiendo dicho bloque de cálculo de datos de las características del mineral un perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral entrante y un valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente, siendo calculado y/o reconstruido dicho perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral entrante a partir de dichos datos de medición de la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional, y siendo calculado dicho valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente en base a dichos datos del tamaño de los fragmentos medidos, calculando dicho bloque de cálculo de los datos de las características del mineral los datos de las características del mineral en base a dicho perfil de distribución del tamaño de los fragmentos y a dicho valor característico del tamaño de los fragmentos, identificando dichos datos de las características del mineral la dureza del mineral, que es calculada en todo el circuito de molienda que está en funcionamiento continuo; y

- un bloque de control, controlando dicho bloque de control el circuito de molienda en dicho proceso de conminución en base a dichos datos de las características calculadas del mineral.

Preferentemente, dicho circuito de molienda comprende:

- por lo menos dos grupos de molinos dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de dichos por lo menos dos grupos de molinos, por lo menos, un molino; y

- por lo menos un bloque de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos un bloque de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación.

Preferentemente, dicho sistema de toma de imágenes está situado en la proximidad de un transportador, mediante cuyo transportador se transporta dicho mineral entrante. Preferentemente, dicho sistema de toma de imágenes

comprende por lo menos un dispositivo de toma de imágenes. Más preferentemente, dicho sistema de toma de imágenes comprende una fuente de luz estructurada, y un primer dispositivo de toma de imágenes de dicho por lo menos un dispositivo de toma de imágenes es colocado en un ángulo de 15 a 60 grados, preferentemente de 30 a 40 grados, en comparación con la fuente de luz estructurada, cuyo primer dispositivo de toma de imágenes adquiere datos de medición para la reconstrucción en 3D para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral entrante transportado por dicho transportador.

Más preferentemente, dicho sistema de toma de imágenes comprende una fuente de luz estructurada, y un segundo dispositivo de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo de toma de imágenes está situado en el lado opuesto a dicho primer dispositivo de toma de imágenes, y en un ángulo de 15 a 60 grados, preferentemente de 30 a 40 grados, en comparación con la fuente de luz estructurada, cuyo segundo dispositivo de toma de imágenes adquiere datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral entrante transportado por dicho transportador.

Preferentemente, por lo menos, dicho dispositivo de toma de imágenes adquiere datos de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral entrante a medida que se desliza sobre dicho transportador. Alternativamente, por lo menos, dicho dispositivo de toma de imágenes adquiere datos de medición para la reconstrucción en 3D para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral entrante a medida que sale de dicho transportador.

Preferentemente, dicho equipo de análisis del tamaño de los fragmentos, incluye un sensor de medición por difracción láser. Alternativamente, dicho equipo de análisis del tamaño de los fragmentos, incluye un sensor de precisión de medición de la posición.

Preferentemente, dicho bloque de control recibe los datos del proceso de conminución para controlar dicho proceso de conminución, incluyendo dichos datos del proceso de conminución uno o varios de los siguientes datos: alimentación de masa de mineral, densidad, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, tamaño del producto de la molienda, consumo de potencia del molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.

Preferentemente, dicha disposición comprende, por lo menos, un bloque de cálculo en la que, por lo menos, un bloque de cálculo calcula dicho perfil de distribución del tamaño de los fragmentos del mineral entrante y/o dicho valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente. Además, preferentemente, por lo menos, dicho bloque de cálculo calcula los datos del valor de control para controlar un circuito de trituración y/o para controlar un circuito de molienda.

Preferentemente, dicho bloque de control envía señalización de control y/o señalización de datos a un circuito de trituración y/o a un circuito de molienda. Preferentemente, dicha disposición comprende, además, un bloque de almacenamiento de datos, en cuyo bloque de almacenamiento de datos se almacenan, por lo menos, algunos de los valores de proceso calculados, por ejemplo, los datos de las características del mineral. Además, preferentemente, por lo menos algunos de los valores de proceso medidos son almacenados en dicho bloque de almacenamiento de datos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso de conminución según la presente invención;

la figura 2 muestra una vista lateral de una realización de una disposición para monitorizar el flujo de mineral que se desliza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino, según la presente invención;

la figura 3 muestra un diagrama de bloques de una realización de un circuito de molienda de un proceso de conminución, según la presente invención;

la figura 4 muestra una vista lateral de una realización de una disposición para medir la reconstrucción tridimensional del mineral que se desliza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino de un circuito de molienda, según la presente invención;

la figura 5 muestra una vista posterior de una cinta transportadora y un sistema de toma de imágenes tridimensionales de una realización de una disposición para medir una reconstrucción tridimensional del mineral que se desliza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino del circuito de molienda, según la presente invención;

la figura 6 muestra un diagrama de bloques de otra realización de un circuito de molienda de un proceso de conminución, según la presente invención;

la figura 7 muestra un diagrama esquemático de una realización de una disposición para controlar un proceso de

conminución, según la presente invención;

la figura 8 muestra un diagrama esquemático de otra realización de una disposición para controlar un proceso de conminución, según la presente invención;

la figura 9 muestra un diagrama esquemático de una realización de una unidad de control del conminución de una disposición para controlar un proceso de conminución, según la presente invención;

la figura 10 muestra un diagrama esquemático de otra realización de una unidad de control del conminución de una disposición para controlar un proceso de conminución, según la presente invención.

A continuación, la invención será descrita en mayor detalle por medio de realizaciones preferentes haciendo referencia a los dibujos adjuntos de las figuras 1 a 10.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El conminución de minerales forma parte del procesamiento de la minería y la metalurgia. Cuando se procesa un material para la recuperación selectiva o colectiva de componentes valiosos del material, los procesos implicados son precedidos por un proceso de conminución, es decir, de la trituración, molienda o desintegración mecánica del material, de modo que se separen los componentes valiosos de los inútiles. El conminución es la reducción del tamaño de los fragmentos de los materiales. El conminución se consigue mediante voladura, trituración y molienda. Tras el conminución, los componentes son separados unos de otros con la ayuda de procedimientos de separación conocidos, siendo esta separación dependiente de diferencias de color, forma, densidad o de diferencias de sus respectivas propiedades superficiales activas y magnéticas, o de otras propiedades.

En el proceso de conminución primero se excava, se rompe o se retira mediante voladura el mineral o la roca. La voladura es la utilización controlada de explosivos y otros procedimientos en minería, en canteras o en ingeniería civil. Habitualmente, la voladura produce fragmentos de un tamaño mayor a varios decímetros o más y, hasta cierto punto, se puede controlar la distribución del tamaño de los fragmentos mediante un factor de polvo específico.

La trituración es la reducción del tamaño de los fragmentos de materiales de mineral o roca mediante la utilización de dispositivos de trituración, es decir, trituradoras. Las trituradoras, por ejemplo, las trituradoras de mandíbula, las trituradoras giratorias o las trituradoras de cono, son utilizadas para reducir el tamaño o cambiar la forma de los materiales. En el proceso de trituración, los dispositivos de trituración mantienen el material que se está triturando entre dos superficies continuas paralelas o tangentes de un material más resistente y aplican una fuerza suficiente para juntar dichas superficies. Habitualmente, en un proceso de trituración, los fragmentos que tienen un diámetro de hasta 1.000 mm son triturados en fragmentos que tienen un diámetro de 5 mm o más.

El cribado se lleva a cabo habitualmente después de la trituración. En el cribado, se hace pasar el mineral a través de una serie de cribas en una estación de cribado. Las cribas de una estación de cribado tienen aberturas o ranuras que se van haciendo cada vez más pequeñas. El cribado se utiliza para producir diferentes productos de mineral en base a un intervalo de tamaños del mineral.

La molienda es la reducción del tamaño de los fragmentos de los materiales de mineral o roca en molinos, tales como molinos de tambor, de rodillos o varios tipos de molinos de molienda fina, que pueden estar dispuestos tanto en una orientación vertical como horizontal. En las explotaciones mineras de roca dura y en operaciones industriales de minerales, las exigencias de los equipos de procesamiento minero y metalúrgico rotativos, tales como los molinos, son muy altas, tanto en términos de eficiencia de la molienda como del consumo de energía. Habitualmente, en un proceso de molienda, los fragmentos de un diámetro tan grande como de 150 mm o más son molidos hasta conseguir fragmentos que tienen un diámetro de tamaño submilimétrico o menor, dependiendo de si se emplea una serie escalonada de reducción de tamaño en diferentes tipos de molinos, y dependiendo del tipo de molino y su ajuste operativo. Esta molienda convencional de los materiales da lugar a un desgaste considerable de los revestimientos de sacrificio instalados en el interior del bastidor mecánico del molino, debido a la dureza y a la fricción asociada de la roca en cuestión, dando lugar también, por lo tanto, a costes considerables para el suministro de tales cuerpos de molienda.

Los equipos de procesamiento de conminución, tales como los molinos, son habitualmente muy grandes, teniendo un diámetro de varios metros. Los molinos pueden estar soportados mediante muñones o carcasas. El soporte mediante muñones es el modo más habitual de soportar un molino en una instalación de procesamiento de minerales, especialmente en molinos muy grandes. Los molinos soportados mediante carcasas son más compactos, ocupan menos espacio de suelo y requieren cimientos más sencillos en comparación con los molinos soportados mediante muñones.

Los molinos para fragmentos de mineral gruesos suelen ser molinos autógenos (AG) o semiautógenos (SAG), diseñados para moler mineral primario triturado. Los molinos autógenos se denominan así por la automolienda del mineral. En un molino autógeno, un tambor rotativo lanza el mineral en un movimiento de cascada del contenido del

molino (carga), lo que provoca la rotura por impacto de las rocas más grandes y la molienda por compresión de los fragmentos de debajo de la superficie de la carga. En la molienda autógena, el propio material, es decir, el material a moler, constituye el medio de molienda.

Los molinos semiautógenos son similares a los molinos autógenos, pero utilizan medios de molienda, por ejemplo, bolas de molienda de acero, para ayudar a la molienda. El impacto y la abrasión entre las bolas de molienda y los fragmentos de mineral provocan la molienda de los fragmentos gruesos en fragmentos más finos. Los molinos semiautógenos utilizan habitualmente una carga del 8 al 21 % de bolas de molienda, algunas veces la carga total puede ser mayor. Los molinos autógenos y semiautógenos se suelen utilizar como una solución de molienda primaria o de primera etapa. Principalmente se utilizan en las minas de oro, cobre y platino siendo utilizados también en las industrias del plomo, cinc, plata, alúmina y níquel.

Los molinos de bolas son molinos de tambor como los molinos SAG y AG, pero se suelen emplear en tareas de molienda comparativamente finas, a menudo como una segunda etapa después de los molinos SAG y AG. Al igual que los molinos SAG, utilizan bolas de acero como medios de molienda, aunque de menor diámetro que los molinos SAG.

Los molinos autógenos y semiautógenos se caracterizan por su gran diámetro y su corta longitud en comparación con los molinos de bolas, que habitualmente son largos con un menor diámetro. Habitualmente, los molinos de tambor son accionados mediante engranajes anulares, con una protección de 360° que los envuelve por completo. El interior del equipo de conminución, tal como un molino de tambor, está revestido con revestimientos de sacrificio. Los materiales de los revestimientos de los molinos habitualmente incluyen acero, hierro fundido, caucho macizo, compuestos de caucho y acero o cerámica. Los revestimientos de los molinos incluyen elevadores, por ejemplo, barras elevadoras para levantar el material del interior del molino, que luego cae desde los elevadores sobre el resto de la carga de mineral.

Los equipos de procesamiento de conminución que están dotados de elevadores internos están sometidos a cambios en el rendimiento debido al cambio en la forma del revestimiento provocado por el desgaste abrasivo. Por ejemplo, en molinos autógenos o semiautógenos, la alimentación del molino también actúa como medio de molienda, y los cambios en la alimentación tienen un fuerte efecto en el rendimiento de la molienda. Los cambios en las propiedades de la alimentación, es decir, los cambios en los parámetros de alimentación, son un fenómeno normal que necesita ser considerado en el control del equipo del procesamiento de conminución.

Los yacimientos de mineral rara vez tienen una estructura homogénea o una resistencia mecánica homogénea. En relación con los parámetros de alimentación de un proceso de molienda, las propiedades del mineral, tales como la dureza, el tamaño de los fragmentos, la densidad y el tipo de mineral, también cambian constantemente, lo que dificulta el control del proceso de molienda, requiriendo, por ejemplo, una aportación de energía constantemente variable.

El proceso de conminución de un molino se suele controlar en base al consumo de energía del molino como un parámetro del proceso de molienda, aunque el consumo de energía es sensible a los cambios en los parámetros de alimentación y a las propiedades mecánicas del proceso de molienda y a menudo no es un indicador adecuado de las condiciones de molienda en el interior del molino. Otro parámetro del proceso de molienda es la medición de la masa cargada en el molino. No obstante, la medición de la masa tiene sus propios problemas de instalación, calibración y desviaciones de la medición. Además, pueden existir fuertes variaciones en la densidad de la carga, así como variaciones significativas en el peso del revestimiento debido al desgaste, en cuyo caso, los cambios en la masa no provienen necesariamente de cambios en el nivel de llenado, es decir, la carga del molino como un porcentaje del volumen del molino. El nivel de llenado del molino expresado como porcentaje del volumen del molino es una cantidad muy estable, descriptiva y útil como un indicador con respecto al estado del molino y, por lo tanto, de su eficiencia.

Se ha descubierto que, en un control óptimo del proceso de molienda, los parámetros medidos del proceso de molienda, tales como, por ejemplo, el consumo de energía, el par de torsión, la presión en los cojinetes, el tamaño del producto y la masa cargada en el molino, así como el grado de llenado como porcentajes del volumen del molino, requerirían asimismo el conocimiento de la cantidad y la distribución de la alimentación en un proceso de molienda.

Puesto que el control del proceso de molienda tiene un conocimiento adecuado tanto de los parámetros medidos del proceso de molienda como de la cantidad alimentada al proceso de molienda, se pueden llevar a cabo cálculos para calcular el grado de llenado del molino como porcentajes del volumen del molino y para determinar los parámetros de control de la molienda para controlar el proceso de molienda, tales como, por ejemplo, la masa alimentada, la adición de agua, los guijarros que circulan, la adición de bolas y la velocidad.

La presente invención se refiere a un procedimiento y a una disposición para controlar un proceso de conminución, que proporciona un proceso de conminución mejor controlado y más eficiente en comparación con las soluciones de la técnica anterior.

De acuerdo con la presente realización, se consigue una reconstrucción tridimensional del mineral que se desplaza sobre una cinta transportadora mediante la utilización de una cámara 3D (3D, tridimensional) para escanear o fotografiar dicho mineral que se desplaza sobre la cinta transportadora. Existen diversas tecnologías 3D que se pueden utilizar para obtener la reconstrucción en 3D. Un planteamiento es utilizar un sistema que consiste en una fuente de láser lineal y un sensor de toma de imágenes digitales, tal como, por ejemplo, un sensor para la toma de imágenes CCD (CCD, "Charge-Coupled Device", dispositivo de carga acoplada) o un sensor de toma de imágenes CMOS (CMOS, "Complementary Metal-Oxide-Semiconductor", semiconductor complementario de óxido metálico).

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso de conminución según la presente invención. El proceso de conminución según la presente invención comprende los bloques de proceso para un circuito 1 de trituración, un proceso 2 de cribado y un circuito 3 de molienda. En el proceso de conminución, según la presente invención, el bloque 1 del proceso del circuito de trituración se lleva a cabo en primer lugar. En el circuito 1 de trituración, el material de mineral o la roca es triturado entre dos superficies continuas de un material más resistente. En la trituración, el tamaño de los fragmentos de mineral, se reduce sustancialmente. El circuito 1 de trituración produce mineral triturado para el proceso 2 de cribado.

En el bloque 2 de proceso de cribado, se hace pasar el mineral a través de una serie de cribas en una estación de cribado. Las cribas de una estación de cribado tienen aberturas o ranuras que se van haciendo cada vez más pequeñas. En el cribado 2, se producen diferentes productos de mineral en base a una calidad de mineral o en un intervalo de tamaños del mineral.

Después del proceso 2 de cribado, el mineral triturado y cribado es enviado al bloque 3 de proceso del circuito de molienda. En el circuito 3 de molienda, el material de mineral o de roca es molido en un molino, tal como, por ejemplo, un molino de tambor, un molino de rodillos o un molino de molienda fina. En el circuito 3 de molienda, se reduce el tamaño de los fragmentos de mineral. Habitualmente, en el bloque 3 del proceso del circuito de molienda, los fragmentos de un diámetro tan grande como 150 mm o más son molidos hasta conseguir fragmentos que tienen un diámetro de submilímetros o menor.

La figura 2 muestra una vista lateral de una realización de una disposición para monitorizar el flujo del mineral que se desplaza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino, según la presente invención. La disposición de monitorización del mineral presentada muestra una cinta transportadora 4 que se desplaza en el sentido de las agujas del reloj desde la trituradora hasta el molino. La cinta transportadora 4 es alimentada en primer lugar con el mineral 5 de la trituradora y, a continuación, la cinta transportadora 4 transporta el mineral 5 de izquierda a derecha hasta la alimentación del molino.

En la disposición de monitorización del mineral presentada en la figura 2, existe una unidad láser 6 de medición para medir la altura de la superficie del mineral que se desplaza sobre una cinta transportadora. La unidad láser 6 de medición según la presente invención comprende una fuente de luz láser y un receptor de medición láser. La fuente de luz láser de la unidad 6 de medición láser genera luz láser hacia el mineral 5 que se desplaza sobre la cinta transportadora 4 desde la trituradora hasta el molino. La luz láser generada se refleja en la superficie 7 del mineral 5 que se desplaza sobre la cinta transportadora 4.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de una realización de un circuito de molienda de un proceso de conminución según la presente invención. El circuito 8 de molienda presentado según la presente invención comprende, por lo menos, dos grupos de molinos 11, 13 a 15, 17 dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de dichos por lo menos dos grupos de molinos 11, 13 a 15, 17, por lo menos, un molino 11, 13 a 15, 17. En el circuito 8 de molienda, el primer grupo de molinos 11 comprende un molino 11, el segundo grupo de molinos 13 a 15 comprende tres molinos 13 a 15, y el tercer grupo de molinos 17 comprende un molino 17. En el circuito 8 de molienda, dichos tres molinos 13 a 15 del segundo grupo de molinos 13 a 15 están dispuestos en paralelo.

El circuito 8 de molienda según la presente invención comprende por lo menos un bloque 12, 16 de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos un bloque 12, 16 de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación. En el circuito 8 de molienda de un proceso de conminución según la presente invención, el mineral entrante 9 es enviado a dicho circuito 8 de molienda para ser molido. El mineral entrante 9 es enviado en primer lugar al primer grupo de molinos 11 de dicho circuito 8 de molienda para ser molido. Desde dicho primer grupo de molinos 11 el mineral molido es enviado a un primer bloque 12 de clasificación. Posteriormente, el mineral es clasificado por medio de unos separadores de clasificación de dicho primer bloque 12 de clasificación. Una parte del mineral clasificado es enviada desde el primer bloque 12 de clasificación a un segundo bloque 16 de clasificación y otras partes del mineral clasificado son enviadas desde el primer bloque 12 de clasificación al segundo grupo de molinos 13 a 15 para ser molidas. El mineral molido es devuelto desde dicho segundo grupo de molinos 13 a 15 a dicho primer bloque 12 de clasificación. Además, en una realización alternativa de la presente invención dicho por lo menos un bloque 12, 16 de clasificación puede estar integrado en dicho circuito de molienda.

En la siguiente fase, dicha parte del mineral clasificado enviada desde dicho primer bloque 12 de clasificación a dicho segundo bloque 16 de clasificación, siendo clasificada por el separador o separadores de clasificación de

dicho segundo bloque 16 de clasificación. Una parte del mineral clasificado es enviada desde el segundo bloque 16 de clasificación al tercer grupo de molinos 17 para su molienda. El mineral molido es devuelto desde dicho segundo grupo de molinos 17 a dicho segundo bloque 16 de clasificación. Otra parte del mineral clasificado como mineral saliente 10 por dicho segundo bloque 16 de clasificación y dicho mineral saliente 10 es enviado desde dicho segundo bloque 16 de clasificación y enviado desde dicho circuito 8 de molienda de un proceso de conminución según la presente invención.

La figura 4 muestra una vista lateral de una realización de una disposición para medir una reconstrucción tridimensional del mineral que se desplaza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino de un circuito de molienda según la presente invención. La disposición de medición para la reconstrucción tridimensional presentada muestra un transportador 18, por ejemplo, una cinta transportadora 18, que se desplaza en el sentido de las agujas del reloj desde un circuito 19 de trituración hasta el molino del circuito 20 de molienda.

En la realización presentada de la disposición de medición para la reconstrucción tridimensional según la presente invención, la cinta transportadora 18 es alimentada primero con mineral 21 del circuito 19 de trituración, posteriormente, una cinta transportadora 18 transporta el mineral 21 de izquierda a derecha a la alimentación del molino del circuito 20 de molienda. La disposición de medición para la reconstrucción tridimensional presentada comprende asimismo un sistema 22 de toma de imágenes, por ejemplo, un sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales, situado encima de la cinta transportadora 18, comprendiendo dicho sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales una fuente de luz estructurada, por ejemplo, una fuente 23 de láser lineal, y por lo menos un dispositivo 24, 25 de toma de imágenes.

La fuente 23 de láser lineal del sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales genera una línea láser y traza una línea de luz coherente en el mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18 desde el circuito 19 de trituración hasta el molino del circuito 20 de molienda. La luz láser generada se refleja en la superficie 26 del mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18.

En la realización presentada de la disposición de medición del perfil superficial tridimensional según la presente invención, un primer dispositivo 24 de toma de imágenes, por ejemplo, un sensor 24 de toma de imágenes CCD o un sensor 24 de toma de imágenes CMOS, de, por lo menos, un dispositivo 24, 25 de toma de imágenes es colocado en un ángulo de 0 a 150 grados, preferentemente de 15 a 60 grados, más preferentemente de 30 a 40 grados, con respecto a la fuente 23 de láser lineal. El primer dispositivo 24 de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo 24, 25 de toma de imágenes está adquiriendo constantemente datos de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18. La línea láser reflejada que se refleja desde la superficie 26 del mineral 21 es detectada en las reconstrucciones tridimensionales tomadas por dicho primer dispositivo 24 de toma de imágenes. Por ejemplo, en una reconstrucción tridimensional que representa una sección transversal de dicho mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18, la ubicación de la línea láser puede ser identificada mediante algoritmos de visión artificial y transformada a la altura real del lecho de mineral para dicha sección transversal.

Como la cinta transportadora 18 se desplaza y se conoce la velocidad de la cinta transportadora 18, en consecuencia, se obtiene un flujo volumétrico mejorado y una reconstrucción tridimensional del mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18. La imagen del perfil 3D obtenida utilizando el principio presentado, es decir, el principio de triangulación, incluirá inherentemente también en la reconstrucción en 3D las áreas de sombra que no pueden ser detectadas por la cámara. Para reducir este efecto se pueden utilizar dos cámaras.

En la realización presentada de la disposición de medición del perfil superficial tridimensional según la presente invención, existe asimismo un segundo dispositivo 25 de toma de imágenes, por ejemplo, un sensor 25 de toma de imágenes CCD o un sensor 25 de toma de imágenes CMOS, de, por lo menos, un dispositivo 24, 25 de toma de imágenes, situado en el lado opuesto de dicho primer dispositivo 24 de toma de imágenes, y en un ángulo de 0 a 150 grados, preferentemente de 15 a 60 grados, más preferentemente de 30 a 40 grados con respecto a la fuente 23 de láser lineal. Asimismo, el segundo dispositivo 25 de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo 24, 25 de toma de imágenes está adquiriendo constantemente datos de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral 21 que se desplaza por la cinta transportadora 18. La línea láser reflejada que se refleja en la superficie 26 del mineral 21 es detectada en las reconstrucciones tridimensionales tomadas por dicho segundo dispositivo 25 de toma de imágenes.

En la presente realización, los dispositivos 24, 25 de toma de imágenes pueden ser cualquier tipo de dispositivos normales 24, 25 de toma de imágenes, por ejemplo, basados en la tecnología de toma de imágenes digitales. La tecnología de toma de imágenes digitales es una tecnología que utiliza sensores, por ejemplo, que contienen cuadrículas de píxeles, y es ampliamente utilizada en aplicaciones profesionales, médicas y científicas, en las que se requieren datos de medición de alta calidad, tales como en cámaras digitales, en escáneres ópticos, en videocámaras y en dispositivos de detección de luz.

Además, en la presente realización, el mineral se desplaza sobre un transportador que lo conduce directamente a un molino. Asimismo, en la presente realización, los dispositivos de toma de imágenes están colocados para adquirir

datos de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral a medida que se desplaza sobre un transportador que lo conduce a un molino. No obstante, en una realización alternativa de la presente invención, dicho proceso de conminución puede tener varios transportadores, estaciones de cribado y tolvas de almacenamiento. Del mismo modo, en una realización alternativa de la presente invención, dicho por lo menos un dispositivo de toma de imágenes adquiere datos de medición para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral a medida que se desplaza sobre cualquier transportador en un proceso de conminución o sale de cualquier transportador en un proceso de conminución.

La figura 5 muestra una vista posterior de una cinta transportadora y un sistema de toma de imágenes tridimensionales de una realización de una disposición de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral que se desplaza sobre una cinta transportadora desde la trituradora hasta el molino del circuito de molienda según la presente invención. En la realización presentada de la disposición de medición para la reconstrucción tridimensional según la presente invención, la cinta transportadora 18 transporta el mineral 21 desde el circuito de trituración hasta la alimentación del molino. La disposición de medición para la reconstrucción tridimensional presentado comprende un sistema 22 de toma de imágenes, por ejemplo, un sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales, situado encima de la cinta transportadora 18, comprendiendo dicho sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales una fuente de luz estructurada, por ejemplo, una fuente de láser lineal, y por lo menos un dispositivo de toma de imágenes. La fuente de láser lineal del sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales genera una línea láser y traza una línea de luz coherente sobre el mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18. La luz láser generada se refleja en la superficie del mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18.

En la realización presentada de la disposición de medición del perfil superficial tridimensional según la presente invención, un primer dispositivo de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo de toma de imágenes está colocado en un ángulo de 0 a 150 grados, preferentemente de 15 a 60 grados, más preferentemente de 30 a 40 grados, con respecto a la fuente de láser lineal del sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales. El primer dispositivo de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo de toma de imágenes está adquiriendo constantemente datos de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral 21 que se desplaza en la cinta transportadora 18. La línea láser reflejada que se refleja desde la superficie del mineral 21 y es detectada en las imágenes digitales tomadas por dicho primer dispositivo de toma de imágenes. Como la cinta transportadora 18 se está desplazando y la velocidad de la cinta transportadora 18 es conocida, se obtiene, en consecuencia, un flujo volumétrico mejorado y una reconstrucción tridimensional del mineral 21 que se desplaza sobre la cinta transportadora 18.

Además, en la realización presentada de la disposición de medición del perfil superficial tridimensional según la presente invención, puede existir asimismo un segundo dispositivo de toma de imágenes de, por lo menos, un dispositivo de toma de imágenes, cuyo segundo dispositivo de toma de imágenes está colocado en el lado opuesto a dicho primer dispositivo de imágenes, y en un ángulo de 0 a 150 grados, preferentemente de 15 a 60 grados, más preferentemente de 30 a 40 grados, en comparación con la fuente de láser lineal del sistema 22 de toma de imágenes tridimensionales.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques de otra realización de un circuito de molienda de un proceso de conminución según la presente invención. La otra realización presentada de un circuito 8 de molienda comprende, por lo menos, dos grupos de molinos 11, 13 a 15, 17 dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de ellos, por lo menos, dos grupos de molinos 11, 13 a 15, 17, por lo menos, un molino 11, 13 a 15, 17. En la presente realización, un primer grupo de molinos 11 comprende un molino 11, un segundo grupo de molinos 13 a 15 comprende tres molinos 13 a 15 y un tercer grupo de molinos 17 comprende un molino 17. En la presente realización, dichos tres molinos 13 a 15 del segundo grupo de molinos 13 a 15 están dispuestos en paralelo.

La otra realización presentada de un circuito 8 de molienda comprende por lo menos un bloque 12, 16 de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos un bloque 12, 16 de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación. En la realización presentada de un proceso de conminución según la presente invención, el mineral entrante 9 es enviado a dicho circuito 8 de molienda para ser molido. El mineral entrante 9 es enviado en primer lugar al primer grupo de molinos 11 de dicho circuito 8 de molienda para ser molido. Desde dicho primer grupo de molinos 11, el mineral molido es enviado a un primer bloque 12 de clasificación. Posteriormente, el mineral es clasificado mediante separadores de clasificación de dicho primer bloque 12 de clasificación. Una parte del mineral clasificado es enviado desde el primer bloque 12 de clasificación a un segundo bloque 16 de clasificación y otras partes del mineral clasificado son enviadas desde el primer bloque 12 de clasificación al segundo grupo de molinos 13 a 15 para su molienda. El mineral molido es devuelto desde dicho segundo grupo de molinos 13 a 15 a dicho primer bloque 12 de clasificación.

En la siguiente fase, dicha parte del mineral clasificado es enviada desde dicho primer bloque 12 de clasificación a dicho segundo bloque 16 de clasificación, es clasificada por medio de un separador o separadores de clasificación de dicho segundo bloque 16 de clasificación. Una parte del mineral clasificado es enviada desde el segundo bloque 16 de clasificación al tercer grupo de molinos 17 para su molienda. El mineral molido es devuelto desde dicho segundo grupo de molinos 17 a dicho segundo bloque 16 de clasificación. Otra parte del mineral clasificado como mineral saliente 10 por dicho segundo bloque 16 de clasificación y dicho mineral saliente 10 es el que sale de dicho

segundo bloque 16 de clasificación y sale de dicho circuito 8 de molienda de la realización presentada de un proceso de conminución según la presente invención.

En otra realización presentada de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención, dicha disposición comprende un sistema 27 de toma de imágenes y un equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos. El sistema 27 de toma de imágenes mide los datos de medición para la reconstrucción tridimensional del mineral entrante 9 a dicho circuito 8 de molienda. El equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos, mide los datos del tamaño de los fragmentos para el cálculo del valor característico del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 10 desde dicho circuito 8 de molienda.

En otra realización presentada de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención, las características del mineral, tales como, por ejemplo, la dureza del mineral, son identificadas de forma continua para permitir un control y una optimización eficaces del proceso de molienda. Las características del mineral, tales como, por ejemplo, la dureza del mineral, son calculadas en todo el circuito 8 de molienda que está en funcionamiento continuo.

La figura 7 muestra un diagrama esquemático de una realización de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención. La realización presentada de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención comprende un circuito 29 de trituración, un circuito 31 de molienda y un transportador 30 que transporta mineral desde el circuito 29 de trituración hacia el circuito 31 de molienda.

La disposición de control según la realización presentada comprende asimismo un sistema 27 de toma de imágenes para medir los datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D del mineral antes de que entre en dicho circuito 31 de molienda. El sistema 27 de toma de imágenes monitoriza el flujo del mineral antes de que entre en dicho circuito 31 de molienda de dicho proceso de conminución. El sistema 27 de toma de imágenes de la realización presentada está situado en la proximidad de dicho transportador 30. En la realización presentada, dicho sistema 27 de toma de imágenes mide los datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D del mineral transportado por dicho transportador 30 y envía dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D a dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos.

En la disposición de control según la realización presentada, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos, obtiene a continuación una reconstrucción tridimensional del mineral que se desplaza en el transportador 30 basándose en los datos 33 de medición, recibidos para la reconstrucción en 3D, medidos. A continuación, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos, calcula un perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos del mineral entrante basándose en dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante. A continuación, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos, envía dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos del mineral entrante y/o dichos datos medidos 33, de medición para la reconstrucción en 3D, y/o dicha reconstrucción tridimensional a un bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral.

La disposición de control según la realización presentada comprende asimismo un equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos para medir los datos 34 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 después de salir de dicho circuito 31 de molienda. En la realización presentada, dicho equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos, mide los datos 34 del tamaño de los fragmentos de dicho mineral saliente 32 y envía dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos a un segundo bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos. En la disposición de control según la realización presentada, dicho equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos, puede incluir un sensor de medición por difracción láser o un sensor de medición de la precisión de la posición.

En la disposición de control según la realización presentada, dicho segundo bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos, calcula a continuación, un valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 en base a los datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos recibidos. A continuación, dicho segundo bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos, envía dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos incluyendo dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 a dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral.

En dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral se calculan los datos 41 de las características del mineral. El bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral también recibe los datos 40 del proceso de conminución de dicho circuito 31 de molienda. En dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral, dichos datos 41 de las características del mineral son calculados en base a dichos datos medidos 33 de medición para la reconstrucción en 3D y/o a dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos y/o a dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante y/o a dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos y/o a dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 y/o a dichos datos recibidos 40 del proceso de conminución. Además, en dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral se calculan uno o varios valores de propiedades distintivas para una o varias variables del tamaño de las rocas, siendo calculados dichos uno o varios valores de propiedades distintivas en base a dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos y/o a dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los

fragmentos y/o a dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante y/o a dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos y/o a dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32.

El bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral envía dichos datos 41 de las características del mineral y dichos uno o varios valores de propiedades distintivas a un bloque 44 de control de la disposición de control según la presente realización. Una o varias variables del tamaño de las rocas pueden incluir uno o varios de los siguientes: un flujo volumétrico de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más grandes, un flujo volumétrico de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más pequeños, un flujo volumétrico de un determinado intervalo especificado de fragmentos de tamaño medio, un recuento de fragmentos de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más grandes, un recuento de fragmentos de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más pequeños, un recuento de fragmentos de un determinado intervalo especificado del tamaño de guijarro de los fragmentos. El intervalo de tamaño de guijarro es el intervalo correcto de tamaño de los fragmentos para una determinada configuración a utilizar como medio de molienda en el molino.

La disposición de control según la otra realización presentada comprende asimismo un bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control independiente para el cálculo de los datos 43 del valor de control y para enviar dichos datos 43 del valor de control calculados a dicho bloque 44 de control. El bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control según la otra realización presentada recibe dichos datos 41 de las características del mineral y/o dichos uno o varios valores de propiedades distintivas de dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral. El bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control recibe asimismo los datos 40 del proceso de conminución de dicho circuito 31 de molienda. Los datos 40 del proceso de conminución pueden incluir uno o varios de los siguientes datos: alimentación de masa, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, dureza, densidad, peso específico del mineral, análisis elemental, calidad del mineral, tamaño del producto de la molienda, consumo de potencia del molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.

En la disposición de control según la otra realización presentada, dicho bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control calcula los datos 43 del valor de control en base a los datos recibidos y envía dichos datos 43 del valor de control calculados a dicho bloque 44 de control. El bloque 42 de cálculo de los datos de valor de control también puede enviar los datos recibidos 41 de las características del mineral y/o uno o varios valores de propiedades distintivas recibidos para una o varias variables del tamaño de las rocas y/o los datos 40 del proceso de conminución recibidos junto con dichos datos 43 del valor de control calculados a dicho bloque 44 de control.

El bloque 44 de control según otra realización presentada recibe dichos datos calculados 43 del valor de control y también puede recibir dichos datos 41 de las características del mineral y/o dichos uno o varios valores de propiedades distintivas y/o dichos datos 40 del proceso de conminución junto con dichos datos calculados 43 del valor de control. El bloque 44 de control controla el circuito 29 de trituración y/o el circuito 31 de molienda por medio, por ejemplo, del envío de una señalización 45, 46 de control y/o una señalización 45, 46 de datos al circuito 29 de trituración y/o al circuito 31 de molienda. En una realización alternativa, dicho bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control puede ser integrado en dicho bloque 44 de control. El bloque 44 de control según la otra realización presentada puede controlar, por ejemplo, la velocidad del molino y/o la alimentación de la masa y/o la adición de agua y/o la adición de bolas y/o la alimentación de guijarros al circuito 31 de molienda de dicho proceso de conminución en base a dichos datos recibidos 41 de las características del mineral y/o a uno o más valores de propiedades distintivas, recibidos para una o varias variables del tamaño de las rocas.

La figura 8 muestra un diagrama esquemático de otra realización de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención. La otra realización presentada de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención comprende un circuito 29 de trituración, un circuito 31 de molienda y un transportador 30 que transporta el mineral desde el circuito 29 de trituración hacia el circuito 31 de molienda.

La disposición de control según la otra realización presentada comprende asimismo un sistema 27 de toma de imágenes para medir los datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D del mineral antes de que entre en dicho circuito 31 de molienda. El sistema 27 de toma de imágenes monitoriza el flujo de mineral antes de que entre en dicho circuito 31 de molienda de dicho proceso de conminución. El sistema 27 de toma de imágenes de la otra realización presentada está situado en la proximidad de dicho transportador 30. En la otra realización presentada dicho sistema 27 de toma de imágenes mide los datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D del mineral transportado por dicho transportador 30 y envía dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos a dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos.

En la disposición de control según la otra realización presentada, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos recibe asimismo la velocidad 47 del transportador del transportador 30. A continuación, el primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos obtiene, en consecuencia, una reconstrucción tridimensional del mineral que se desplaza en el transportador 30 en base a los datos recibidos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos y la velocidad 47 del transportador recibida. A continuación, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos, calcula un perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos del mineral entrante en

base a la reconstrucción tridimensional del mineral entrante. A continuación, dicho primer bloque 35 de cálculo del tamaño de los fragmentos, envía dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos del mineral entrante y/o dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en3D medidos y/o dicha reconstrucción tridimensional a un bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral.

La disposición de control según la otra realización presentada comprende asimismo un equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos para medir los datos 34 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 después de que salga de dicho circuito 31 de molienda. En la otra realización presentada, dicho equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos, mide los datos 34 del tamaño de los fragmentos de dicho mineral saliente 32 y envía dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos a un segundo bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos. En la disposición de control según la otra realización presentada, dicho equipo 28 de análisis del tamaño de los fragmentos, puede incluir un sensor de medición por difracción láser o un sensor de medición de la precisión de la posición.

En la disposición de control según la otra realización presentada, dicho bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos, calcula a continuación, un valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 en base a los datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos recibidos. A continuación, dicho segundo bloque 37 de cálculo del tamaño de los fragmentos, envía dichos datos 34 del tamaño medido de los fragmentos incluyendo dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 en dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral.

En dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral se calculan los datos 41 de las características del mineral. El bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral recibe asimismo los datos 40 del proceso de conminución de dicho circuito 31 de molienda. En dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral, dichos datos 41 de las características del mineral son calculados en base a dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos y/o dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos y/o dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante y/o dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos y/o dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32 y/o dichos datos 40 del proceso de conminución recibidos. Además, en dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral se calculan uno o varios valores de propiedades distintivas para una o varias variables del tamaño de la roca, siendo calculados dicho uno o varios valores de propiedades distintivas en base a dichos datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos y/o dicho perfil de distribución 36 del tamaño de los fragmentos y/o dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante y/o dichos datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos y/o dicho valor característico 38 del tamaño de los fragmentos del mineral saliente 32.

El bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral envía dichos datos 41 de las características del mineral y dichos uno o varios valores de propiedades distintivas al bloque 44 de control de la disposición de control según la otra realización presentada. Una o varias variables del tamaño de la roca pueden incluir uno o varios de los siguientes: un flujo volumétrico de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más grandes, un flujo volumétrico de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más pequeños, un flujo volumétrico de un determinado intervalo especificado de fragmentos de tamaño medio, un recuento de fragmentos de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más grandes, un recuento de fragmentos de un determinado porcentaje especificado de fragmentos más pequeños, un recuento de fragmentos de un determinado intervalo del tamaño de guijarro especificado de fragmentos.

La disposición de control según la otra realización presentada comprende asimismo un bloque 42 independiente de cálculo de los datos del valor de control, para el cálculo de los datos 43 del valor de control y para enviar dichos datos calculados 43 del valor de control a dicho bloque 44 de control. El bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control según la otra realización presentada recibe dichos datos 41 de las características del mineral y/o dichos uno o varios valores de propiedades distintivas de dicho bloque 39 de cálculo de los datos de las características del mineral. El bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control también recibe los datos 40 del proceso de conminución de dicho circuito 31 de molienda. Los datos 40 del proceso de conminución pueden incluir uno o varios de los siguientes datos: alimentación de masa, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, dureza, densidad, peso específico del mineral, análisis elemental, calidad del mineral, tamaño del producto de la molienda, consumo de energía del molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.

En la disposición de control según la otra realización presentada, dicho bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control calcula los datos 43 del valor de control en base a los datos recibidos y envía dichos datos calculados 43 del valor de control a dicho bloque 44 de control. El bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control también puede enviar los datos 41 de las características del mineral recibidos y/o uno o varios valores de propiedades distintivas recibidos para una o varias variables de tamaño de la roca y/o los datos recibidos 40 del proceso de conminución junto con dichos datos 43 del valor de control calculados a dicho bloque 44 de control.

El bloque 44 de control según la otra realización presentada recibe dichos datos calculados 43 del valor de control y puede recibir también dichos datos 41 de las características del mineral y/o dichos uno o varios valores de

propiedades distintivas y/o dichos datos 40 del proceso de conminución junto con dichos datos calculados 43 del valor de control. El bloque 44 de control controla el circuito 29 de trituración y/o el circuito 31 de molienda, mediante, por ejemplo, el envío de una señalización 45, 46 de control y/o una señalización 45, 46 de datos al circuito 29 de trituración y/o al circuito 31 de molienda. En una realización alternativa, dicho bloque 42 de cálculo de los datos del valor de control puede estar integrado en dicho bloque 44 de control. El bloque 44 de control según la otra realización presentada puede controlar, por ejemplo, la velocidad del molino y/o la alimentación de la masa y/o la adición de agua y/o la adición de bolas y/o la alimentación de guijarros a un circuito 31 de molienda de dicho proceso de conminución, en base a dichos datos recibidos 41 de las características del mineral y/o uno o varios valores de propiedades distintivas recibidos de una o varias variables del tamaño de la roca.

La figura 9 muestra un diagrama esquemático de una realización de una unidad de control del conminución de una disposición para controlar el proceso de conminución según la presente invención. La unidad 48 de control del conminución según la realización presentada recibe los datos 49 del proceso de conminución del proceso de conminución. La unidad 48 del control de la conminución según la realización presentada comprende un bloque 51 de control que recibe dichos datos 49 del proceso de conminución y un bloque 50 de almacenamiento de datos que recibe y almacena dichos datos 49 del proceso de conminución.

Además, la unidad 48 de control del conminución según la realización presentada comprende un bloque 52 de cálculo. El bloque 52 de cálculo recibe los datos 33 de medición para la reconstrucción en 3D medidos del mineral entrante de un sistema de toma de imágenes de la disposición de control según la presente invención. El bloque 52 de cálculo recibe asimismo los datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos del mineral saliente, de un equipo de análisis del tamaño de los fragmentos del dispositivo de control según la presente invención.

El bloque 52 de cálculo calcula los datos 53 de cálculo, comprendiendo dichos datos 53 de cálculo la reconstrucción tridimensional del mineral y/o los datos recibidos de las características del mineral y/o uno o varios valores recibidos de propiedades distintivas para una o varias variables del tamaño de la roca y/o los datos del valor de control. El bloque 52 de cálculo envía dichos datos 53 de cálculo a dicho bloque 51 de control y a dicho bloque 50 de almacenamiento de datos. El bloque 51 de control de la unidad 48 de control del conminución según la realización presentada controla el proceso de conminución mediante el envío de una señalización 54 de control a los diferentes bloques del proceso de conminución, por ejemplo, al circuito de trituración y/o al circuito de molienda.

La figura 10 muestra un diagrama esquemático de otra realización de una unidad de control del conminución de una disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención. La unidad 55 de control del conminución según la otra realización presentada recibe los datos 49 del proceso de conminución del proceso de conminución. La unidad 55 de control del conminución según la otra realización presentada comprende un bloque 51 de control que recibe dichos datos 49 del proceso de conminución y un bloque 50 de almacenamiento de datos que recibe y almacena dichos datos 49 del proceso de conminución.

Además, la disposición presentada para controlar un proceso de conminución según la presente invención comprende un bloque 56 de cálculo. El bloque 56 de cálculo recibe los datos 33 medidos, de medición para la reconstrucción en 3D del mineral entrante de un sistema de toma de imágenes del dispositivo de control según la presente invención. El bloque 52 de cálculo recibe asimismo los datos 34 del tamaño de los fragmentos medidos del mineral que sale, de un equipo de análisis del tamaño de los fragmentos del dispositivo de control según la presente invención.

El bloque 56 de cálculo calcula los datos 53 de cálculo, comprendiendo dichos datos 53 de cálculo la reconstrucción tridimensional del mineral y/o los datos recibidos de las características del mineral y/o uno o varios valores de propiedades distintivas recibidos para una o varias variables del tamaño de la roca y/o los datos del valor de control. El bloque 56 de cálculo envía dichos datos 53 de cálculo a dicho bloque 51 de control y a dicho bloque 50 de almacenamiento de datos de dicha unidad 55 de control del conminución según la otra realización presentada. El bloque 51 de control de la unidad 55 de control del conminución según la otra realización presentada controla el proceso de conminución mediante el envío de una señalización 54 de control a los diferentes bloques del proceso de conminución, por ejemplo, al circuito de trituración y/o al circuito de molienda.

La disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención puede controlar el circuito de trituración mediante la emisión de una señalización de control de la trituración para controlar los parámetros de control del proceso de trituración, es decir, mediante, por ejemplo, el control de la criba y/o el control del alimentador vibratorio, de modo que se persigue la salida deseada del proceso de trituración, es decir, la distribución del tamaño de las rocas que salen.

La disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención puede controlar el circuito de molienda mediante la emisión de una señalización de control de la molienda para controlar los parámetros de control del proceso de molienda de modo que se persigue la salida deseada del proceso de molienda.

En un control normal del circuito de molienda, es habitual mantener la carga del molino o el llenado del molino a un nivel constante, mediante el control de la alimentación del molino. Como indicación del llenado, se utilizan a menudo

el consumo de potencia del molino y las presiones en los cojinetes del molino. Este planteamiento habitual funciona relativamente bien en el caso en que la dureza, la densidad y la distribución del tamaño de alimentación del mineral sean constantes. Lamentablemente, todas estas variables son desconocidas y varían continuamente. La solución según la presente invención proporciona una ayuda a este problema.

La molienda del mineral para su procesamiento posterior requiere una gran cantidad de energía por tonelada de mineral producida. En el procedimiento y la disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención, se consiguen ahorros sustanciales de la energía requerida. Además, debido al proceso de molienda eficiente según la presente invención, existe un impacto positivo significativo en la liberación de minerales y asimismo en el rendimiento metalúrgico del proceso posterior de separación de minerales.

En el procedimiento y la disposición para controlar un proceso de conminución según la presente invención, las características del mineral, tales como, por ejemplo, la dureza del mineral, son identificadas de forma continua para permitir el control y la optimización eficaces del proceso de molienda. Las características del mineral, tales como, por ejemplo, la dureza del mineral, son calculadas en todo el circuito de molienda que está en funcionamiento continuo. Con los datos de las características del mineral obtenidos según la presente invención, el control automatizado del circuito de molienda es optimizado de forma continua. Esto proporciona, a su vez, una utilización más optimizada de la energía y la recuperación de minerales valiosos en el proceso de conminución.

Con los datos de las características del mineral obtenidos según la presente invención, es posible evaluar estas perturbaciones en el control del circuito de molienda y tomar las medidas necesarias. La solución según la presente invención ofrece información directa de las características del mineral, lo que permite un control y una optimización más precisos del circuito de molienda y del proceso de conminución.

La solución para controlar un proceso de conminución según la presente invención proporciona una medición en línea de las características del mineral, por ejemplo, la dureza del mineral, en condiciones continuamente cambiantes. La medición según la presente invención se utiliza para mejorar el rendimiento del circuito de molienda y del proceso de conminución, y asimismo para proporcionar realimentación a las operaciones de minería, y para proporcionar información adicional para el proceso de enriquecimiento posterior, por ejemplo, de flotación.

La solución para controlar un proceso de conminución según la presente invención proporciona datos de medición e información más precisos y fiables sobre la distribución del tamaño de la roca y las características del mineral transportado desde la trituradora hasta el molino. Por lo tanto, el proceso de conminución puede ser controlado de forma continua y adecuada, sin necesidad de calibraciones frecuentes.

La solución para controlar un proceso de conminución según la presente invención proporciona una visión más detallada de todo el proceso de conminución con un conocimiento exhaustivo de las características del mineral transportado desde la trituradora hasta el molino. Esto permite un control sustancialmente mejor del proceso de conminución.

Al conseguir un control sustancialmente mejor de un proceso de conminución, en general; también el proceso de trituración y, lo que es más importante, el proceso de molienda puede ser controlado mejor y de forma más eficiente. Esto supone un gran ahorro gracias a una utilización más eficiente de la energía y del mineral del proceso.

Con la ayuda de la solución según la presente invención, los fabricantes de equipos de proceso de conminución podrán proporcionar disposiciones del equipo de proceso de conminución que tengan datos de medición e información más fiables sobre las características del mineral transportado desde la trituradora hasta el molino del circuito de molienda con una mejor precisión y fiabilidad de la medición. La solución según la presente invención puede ser utilizada en cualquier tipo de equipo de proceso de conminución.

Será obvio para un experto en la materia que, a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo puede ser implementado de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar un proceso de conminución, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- 5 - medir los datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional del mineral entrante (9), (21) con un sistema (22), (27) de toma de imágenes;
 - medir los datos (34) del tamaño de los fragmentos para el cálculo de un valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32) con un equipo (28) de análisis del tamaño de los fragmentos;
 - 10 - recibir un perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21), siendo calculado y/o reconstruido dicho perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21) a partir de dichos datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional; y
 - 15 - recibir un valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32), siendo calculado dicho valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32) en base a dichos datos (34) del tamaño de los fragmentos medidos;
- estando dicho procedimiento **caracterizado por que**
- 20 el proceso de conminución tiene un circuito (8), (20), (31) de molienda;
- el mineral que entra en la etapa de medición de los datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D es el mineral entrante en dicho circuito (8), (20), (31) de molienda;
- 25 el mineral que sale de la etapa de medición de los datos (34) del tamaño de los fragmentos es el mineral saliente de dicho circuito (8), (20), (31) de molienda; y
- dicho procedimiento comprende las etapas de:
- 30 - calcular los datos (41) de las características del mineral en base a dicho perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos y dicho valor característico (38) del tamaño de los fragmentos, identificando dichos datos (41) de las características del mineral la dureza del mineral, que es calculada en todo el circuito de molienda que está en funcionamiento continuo; y
- 35 - controlar el circuito (8), (20), (31) de molienda en dicho proceso de conminución en base a dichos datos calculados (41) de las características del mineral.

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho procedimiento comprende las etapas de:

- 40 - reconstruir una reconstrucción tridimensional del mineral entrante a partir de dichos datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional; y
- 45 - calcular un perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21) en base a dicha reconstrucción tridimensional del mineral entrante.

3. Procedimiento, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho procedimiento comprende una etapa de:

- 50 - calcular el valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32) en base a dichos datos medidos (34) del tamaño de los fragmentos.

4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** dicho circuito (8), (20), (31) de molienda comprende:

- 55 - por lo menos dos grupos de molinos (11), (13 a 15), (17) dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de dichos por lo menos dos grupos de molinos (11), (13 a 15), (17), por lo menos, un molino; y
- 60 - por lo menos un bloque (12), (16) de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos bloque (12), (16) de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación.

5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** dicho mineral entrante (9), (21) es transportado en un transportador (18), (30), y por que dicho sistema (22), (27) de toma de imágenes está situado en la proximidad de dicho transportador (18), (30).

6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dicho procedimiento

comprende una etapa de:

- recibir los datos (40), (49) del proceso de conminución para controlar dicho proceso de conminución, incluyendo dichos datos (40), (49) del proceso de conminución uno o varios de los siguientes datos: alimentación de la masa de mineral, densidad, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, tamaño del producto de la molienda, consumo de energía del molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.

7. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** dicho procedimiento comprende una etapa de:

- calcular los datos (43) del valor de control para controlar un circuito (19), (29) de trituración y/o para controlar un circuito (8), (20), (31) de molienda.

8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** dicho procedimiento comprende una etapa de:

- enviar una señalización (45), (46), (54) de control y/o una señalización (45), (46) de datos a un circuito (19), (29) de trituración y/o a un circuito (8), (20), (31) de molienda.

9. Disposición para controlar un proceso de conminución, comprendiendo dicha disposición:

- un sistema (22), (27) de toma de imágenes, midiendo dicho sistema (22), (27) de toma de imágenes datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para una reconstrucción tridimensional del mineral entrante (9), (21); y

- un equipo (28) de análisis del tamaño de los fragmentos que mide datos (34) del tamaño de los fragmentos para el cálculo de un valor característico (38) del tamaño de los fragmentos de mineral saliente (10), (32);

estando dicha disposición **caracterizada por que**

el proceso de conminución tiene un circuito (8), (20), (31) de molienda;

el mineral entrante es mineral que entra a dicho circuito (8), (20), (31) de molienda;

el mineral saliente es mineral que sale de dicho circuito (8), (20), (31) de molienda; y

comprendiendo dicha disposición:

- un bloque (39) de cálculo de los datos de las características del mineral, recibiendo dicho bloque (39) de cálculo de los datos de las características del mineral un perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21) y un valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32), siendo calculado y/o reconstruido dicho perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21) a partir de dichos datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional, y siendo calculado dicho valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32) en base a dichos datos (34) del tamaño de los fragmentos medidos, calculando dicho bloque (39) de cálculo de los datos de las características del mineral los datos (41) las características del mineral en base a dicho perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos y dicho valor característico (38) del tamaño de los fragmentos, identificando dichos datos (41) de las características del mineral la dureza del mineral que se calcula en todo el circuito de trituración que está en funcionamiento continuo; y

- un bloque (44), (51) de control, controlando dicho bloque (44), (51) de control el circuito (8), (20), (31) de molienda en dicho proceso de conminución en base a dichos datos calculados (41) de las características del mineral.

10. Disposición, según la reivindicación 9, **caracterizada por que** dicho circuito (8), (20), (31) de molienda comprende:

- por lo menos dos grupos de molinos (11), (13 a 15), (17) dispuestos en serie, comprendiendo cada uno de dichos por lo menos dos grupos de molinos (11), (13 a 15), (17), por lo menos, un molino; y

- por lo menos un bloque (12), (16) de clasificación, comprendiendo cada uno de dicho por lo menos bloque (12), (16) de clasificación, por lo menos, un separador de clasificación.

11. Disposición, según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, **caracterizado por que** dicho sistema (22), (27) de toma de imágenes está situado en la proximidad de un transportador (18), (30), mediante el cual dicho transportador (18), (30) transporta dicho mineral entrante (9), (21).

- 5 12. Disposición, según la reivindicación 11, **caracterizada por que** dicho sistema (22), (27) de toma de imágenes comprende, por lo menos, un dispositivo (24), (25) de toma de imágenes y dicho por lo menos un dispositivo (24) (25) de toma de imágenes adquiere datos (33) de medición para la reconstrucción en 3D, para la reconstrucción tridimensional de dicho mineral entrante (9), (21) a medida que sale de dicho transportador (18), (30).
- 10 13. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizada por que** dicho bloque (44), (51) de control recibe los datos (40), (49) del proceso de conminución para controlar dicho proceso de conminución, incluyendo dichos datos (40), (49) del proceso de conminución uno o varios de los siguientes datos: alimentación de la masa de mineral, densidad, adición de agua, adición de bolas, alimentación de guijarros, velocidad del molino, tamaño del producto de la molienda, consumo de energía del molino, par del molino, presión en los cojinetes del molino y carga del molino.
- 15 14. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizada por que** dicha disposición comprende por lo menos un bloque (35), (37), (39), (42), (52), (56) de cálculo, en la que por lo menos un bloque (35), (37), (39), (42), (52), (56) de cálculo calcula dicho perfil de distribución (36) del tamaño de los fragmentos del mineral entrante (9), (21) y/o dicho valor característico (38) del tamaño de los fragmentos del mineral saliente (10), (32).
- 20 15. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizada por que** dicho bloque (44), (51) de control envía una señalización (45), (46), (54) de control y/o una señalización (45), (46) de datos a un circuito (19), (29) de trituración y/o a un circuito (8), (20), (31) de molienda.

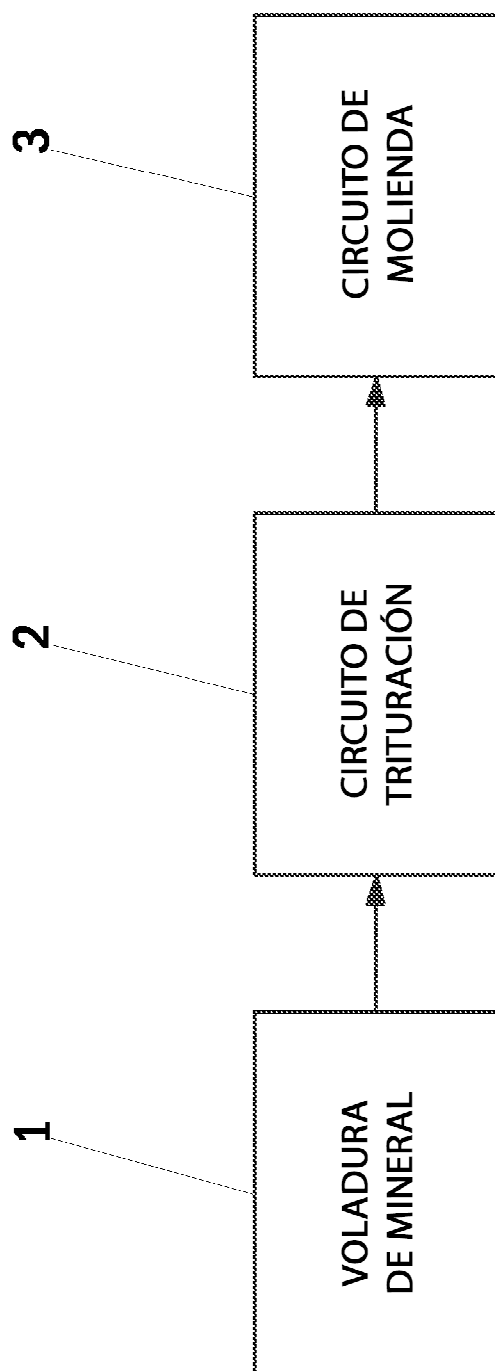


Fig. 1

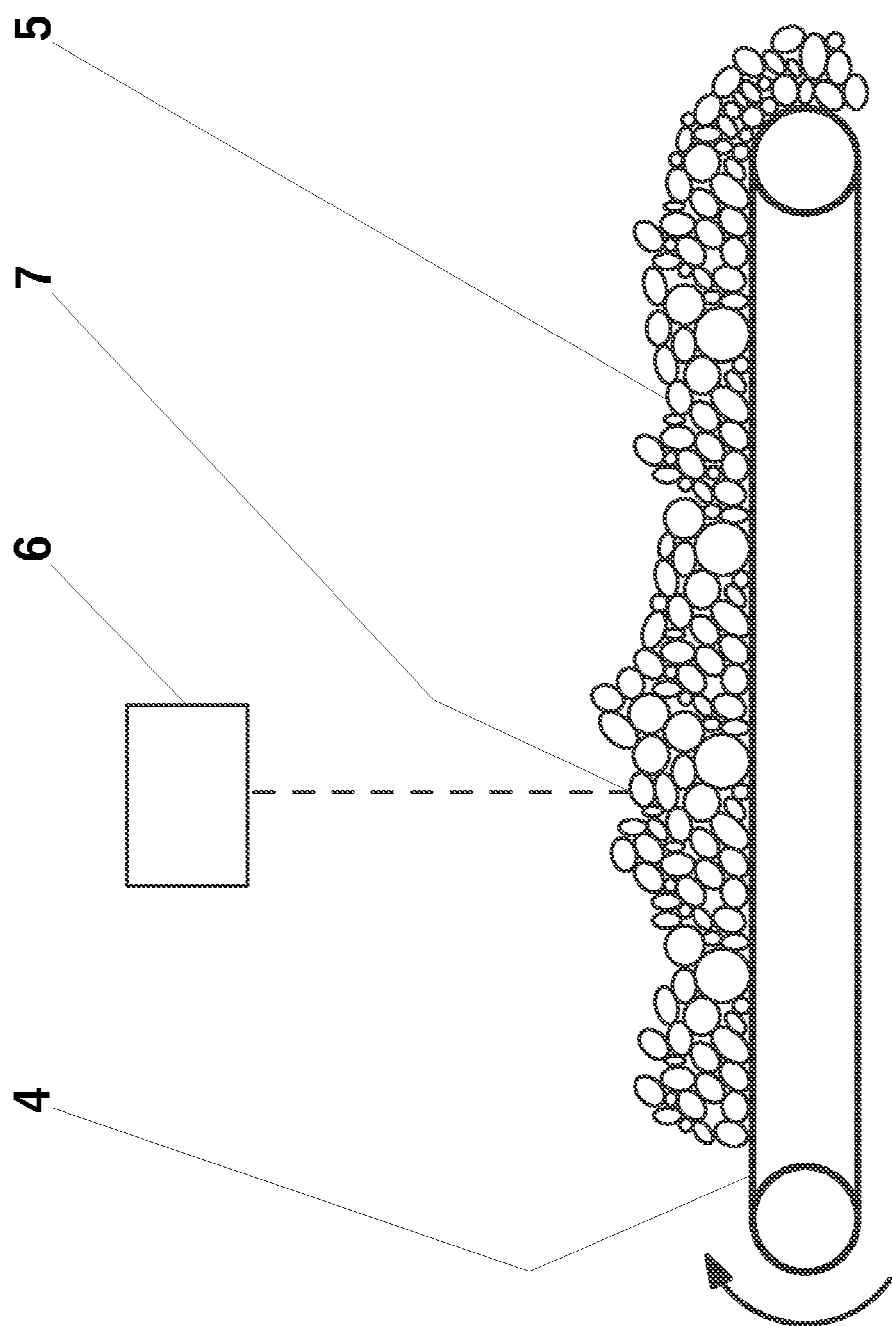


Fig. 2

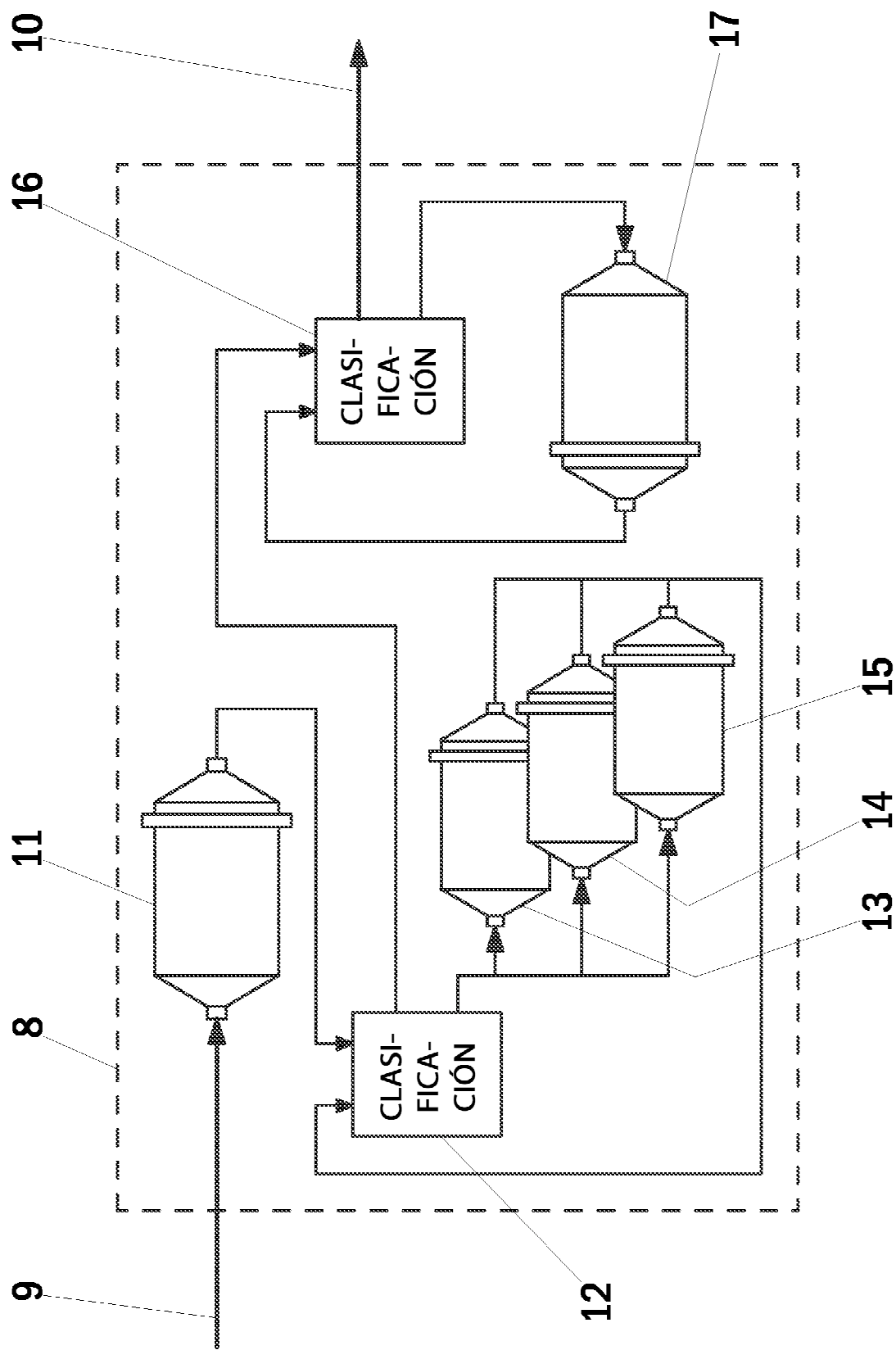


Fig. 3

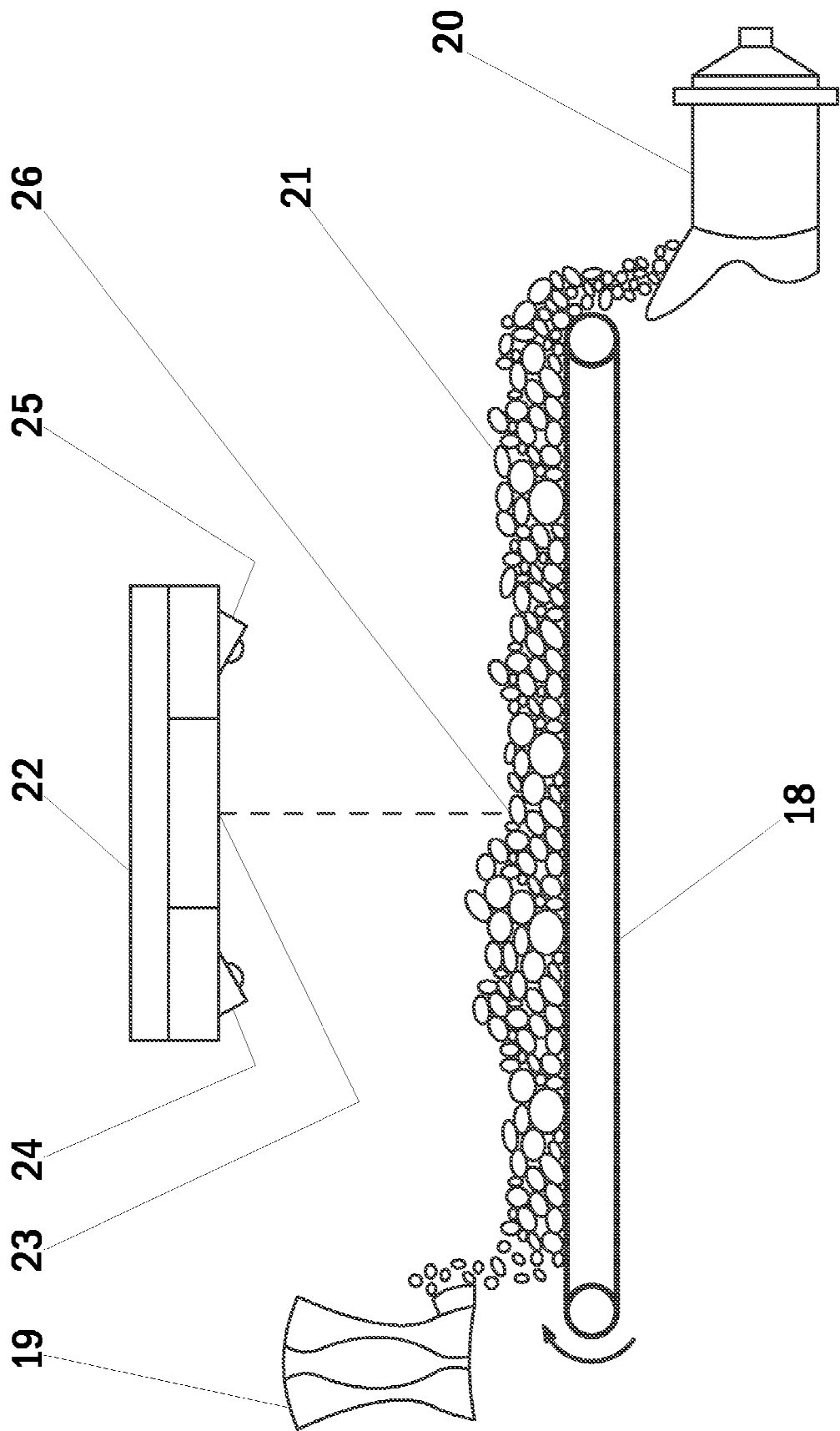


Fig. 4

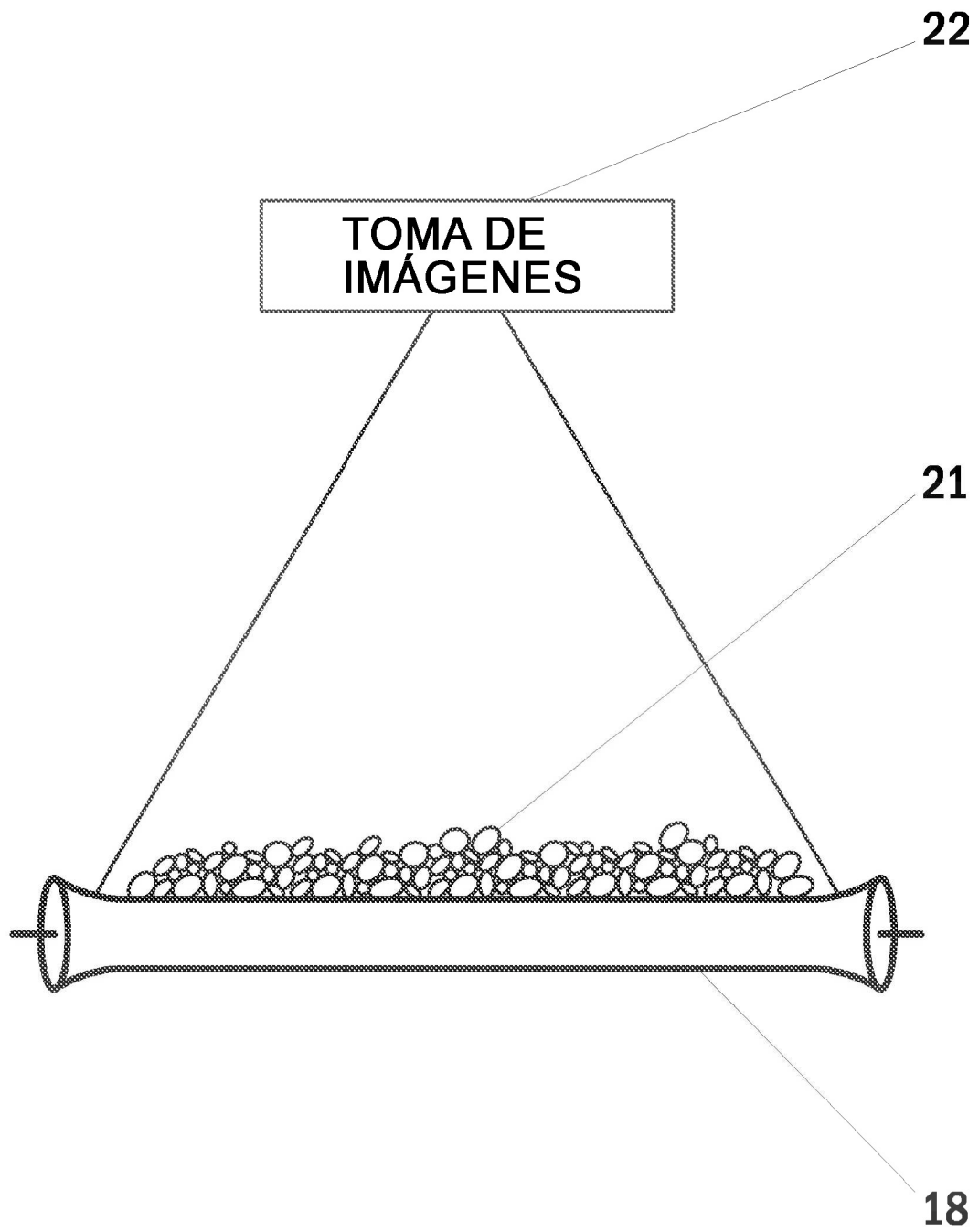


Fig. 5

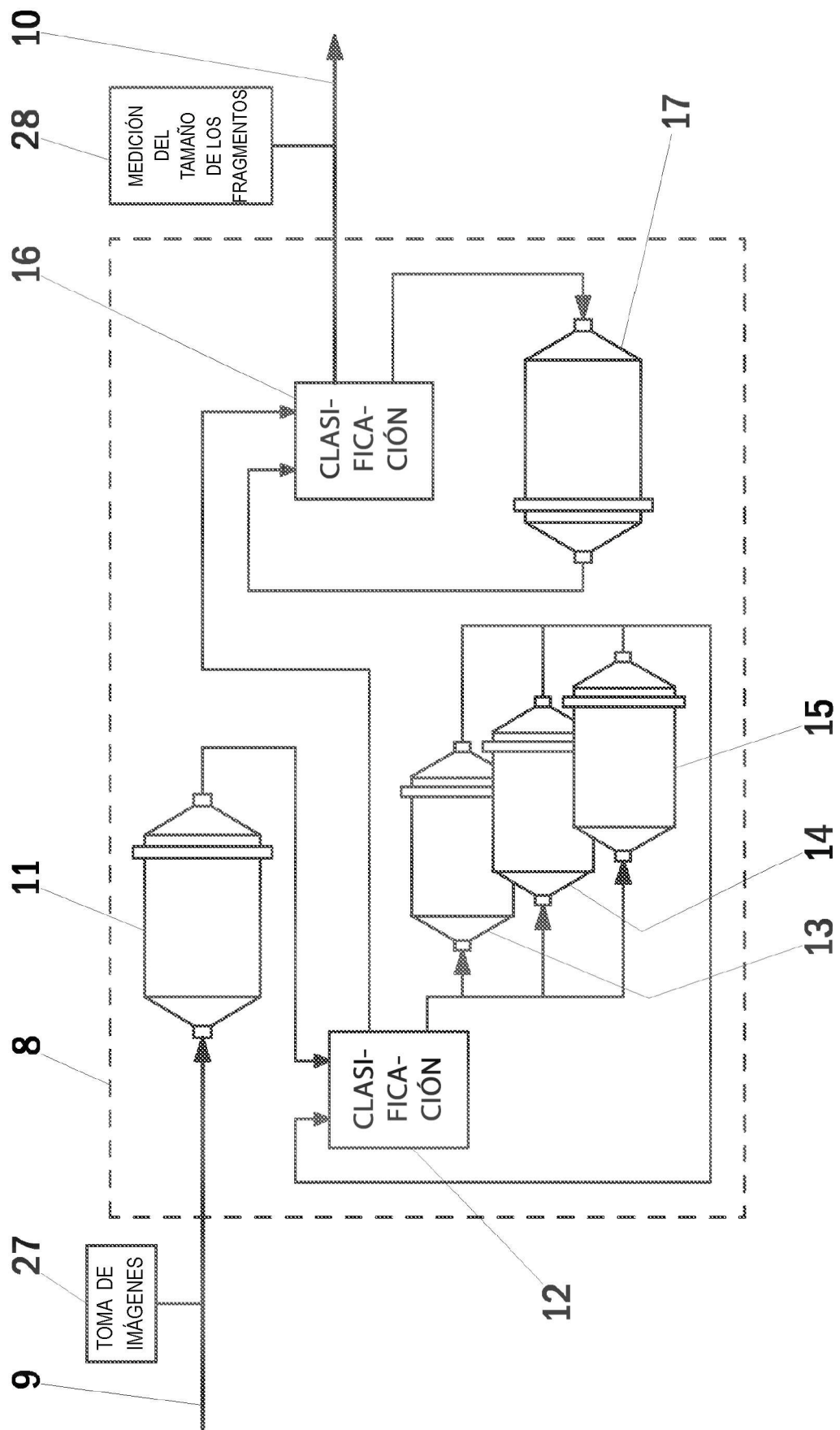


Fig. 6

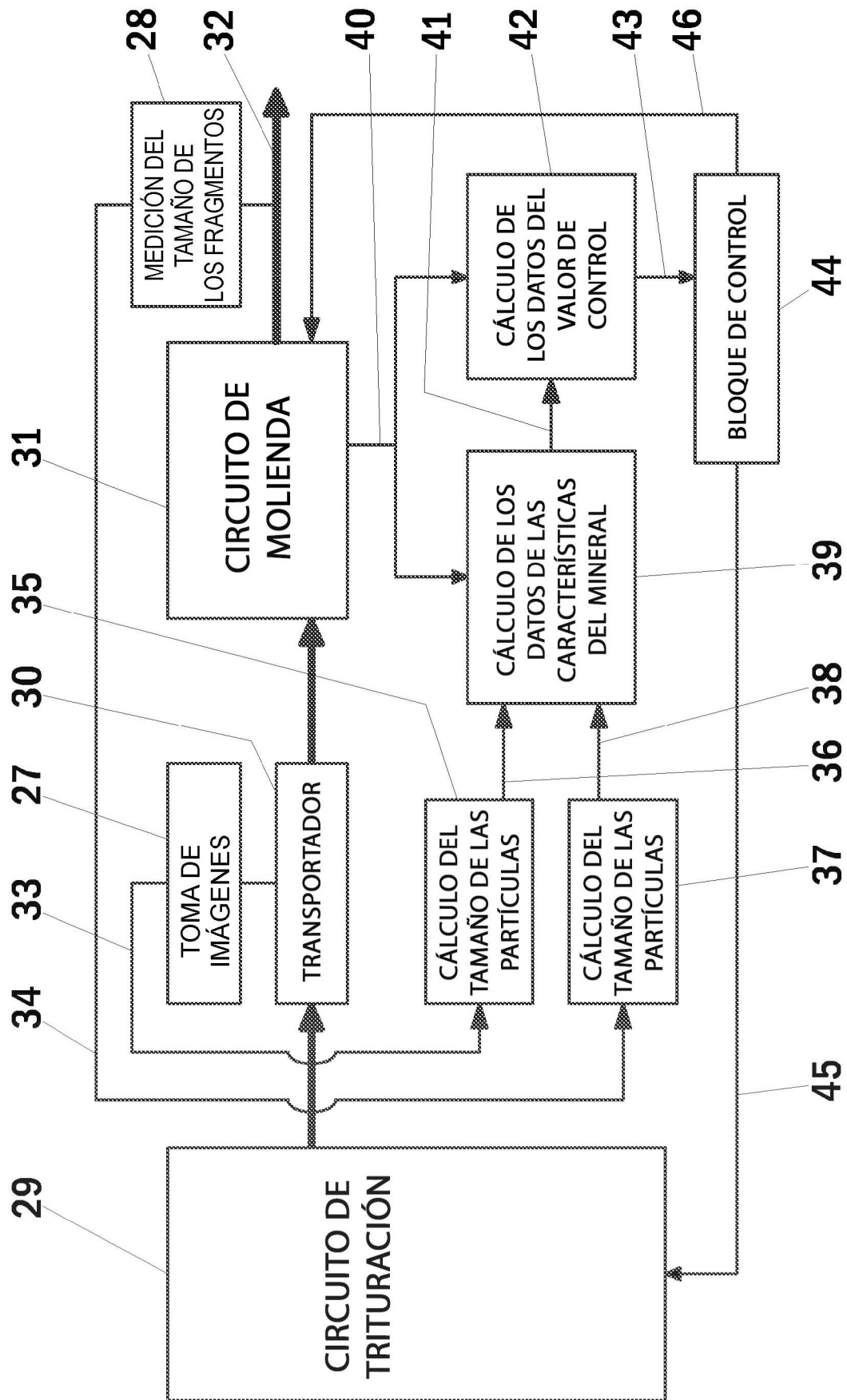


Fig. 7

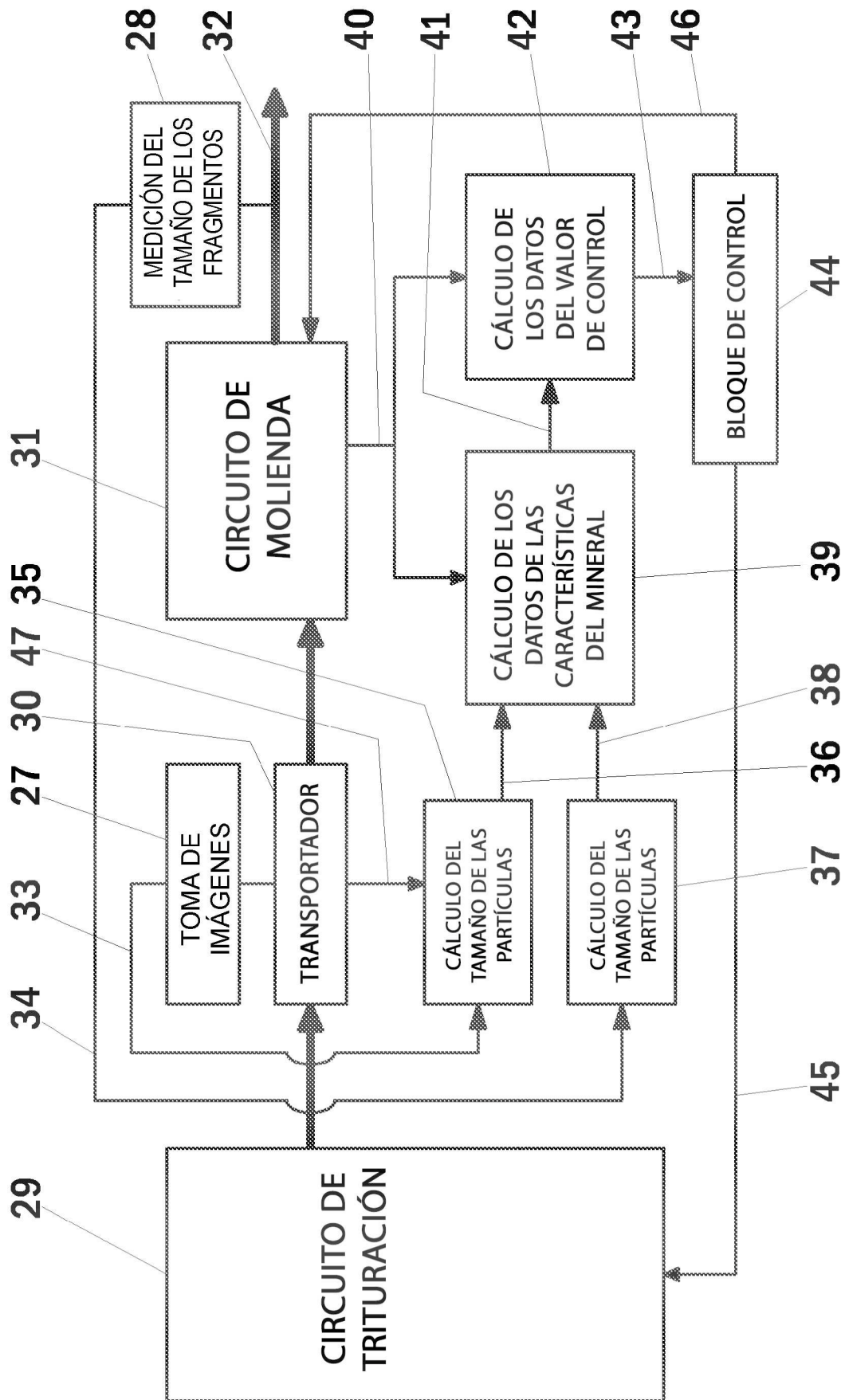


Fig. 8

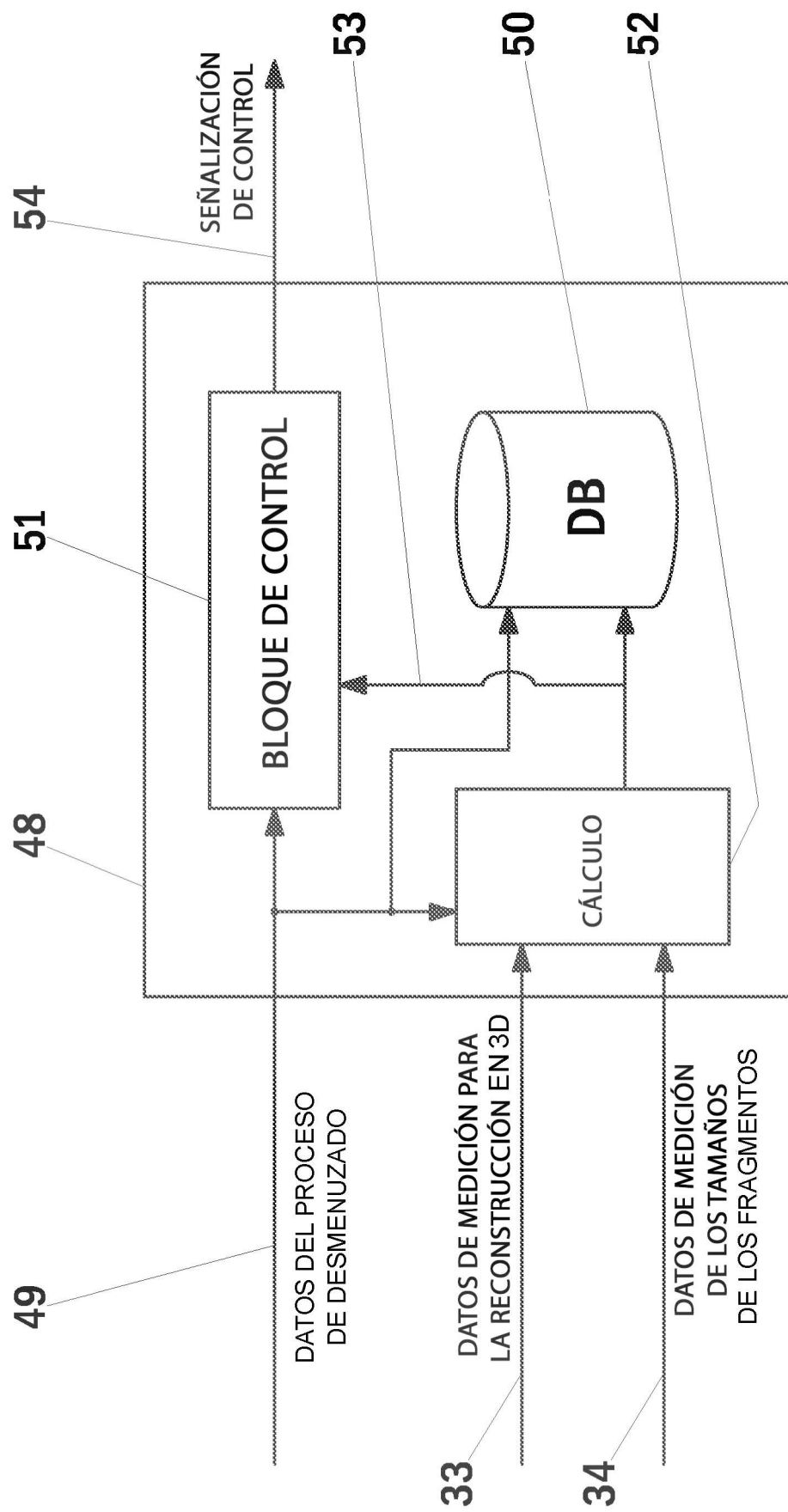


Fig. 9

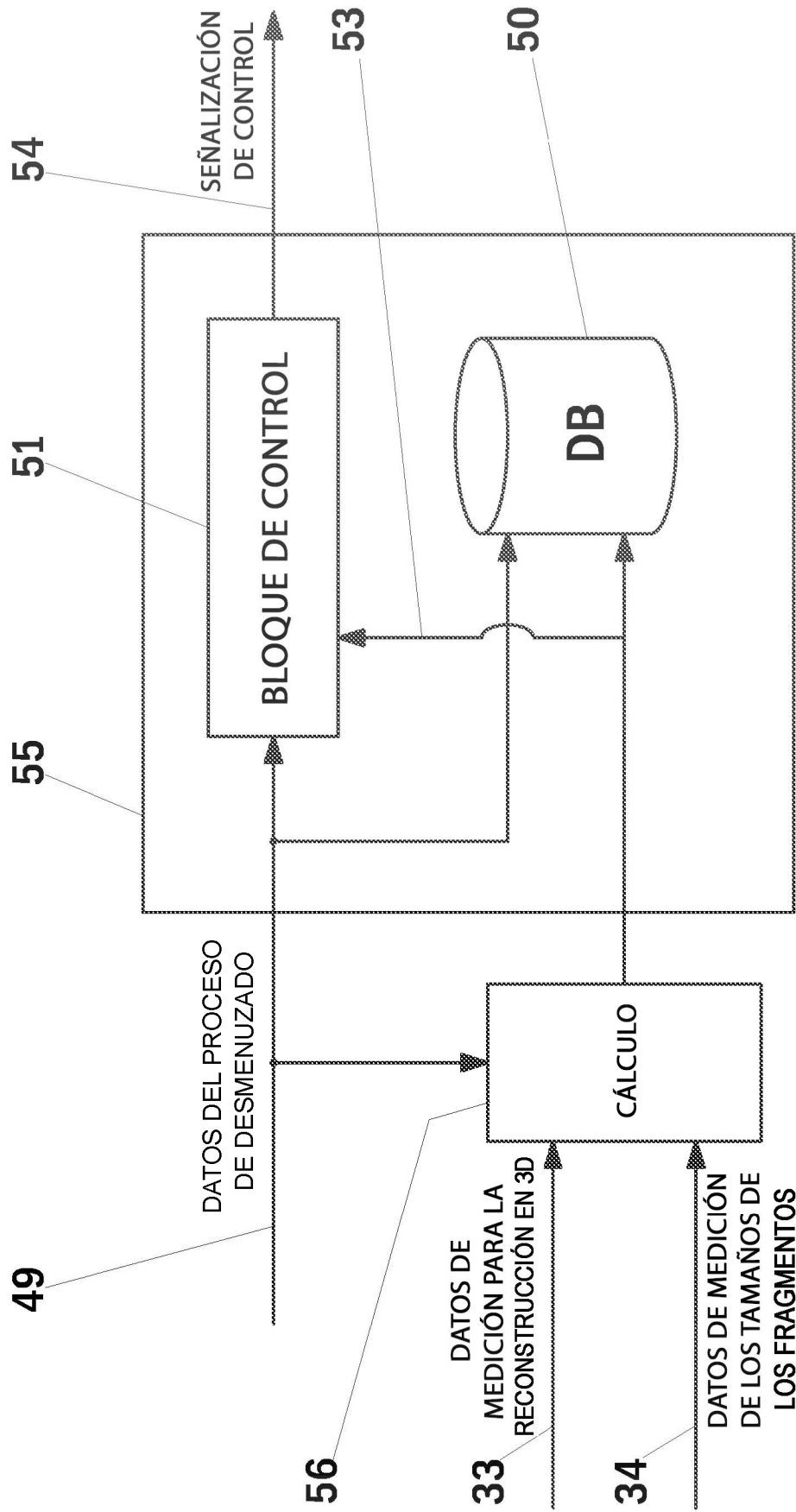


Fig. 10

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- US 2002170367 A1