

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 605**

51 Int. Cl.:

B02C 19/18 (2006.01)

B02C 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2013 PCT/CH2013/000184**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15058311**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2013 E 13788878 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 3060346**

54 Título: **Método para fragmentar y/o debilitar un material por medio de descargas de alto voltaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:
SELFRAG AG (100.0%)
Biberenzelgli 18
3210 Kerzers, CH

72 Inventor/es:
GIESE, HARALD;
VON DER WEID, FRÉDÉRIC;
AHLQVIST JEANNERET, HELENA;
VAN DER WIELEN, KLAAS PETER;
MÜLLER-SIEBERT, REINHARD y
WEH, ALEXANDER

74 Agente/Representante:
AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 657 605 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

Método para fragmentar y/o debilitar un material por medio de descargas de alto voltaje

CAMPO TÉCNICO

- 5 La invención se refiere a métodos para fragmentar y/o debilitar un material, particularmente roca o minerales, mediante descargas de alto voltaje, así como a sistemas para realizar estos métodos de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

TÉCNICA ANTERIOR

- 10 Se conoce de la técnica anterior un tratamiento de material, por ejemplo hormigón o roca, mediante descargas pulsadas de alto voltaje para fragmentar y/o debilitar material, es decir reducir el tamaño de partícula del material y/o generar grietas en el material que facilitan la fragmentación en un proceso subsiguiente de fragmentación mecánica.

- 15 Sin embargo, para emplear esta tecnología en una producción a nivel industrial, es crucial que se pueda asegurar una calidad constante del material fragmentado/debilitado, lo que constituye particularmente un problema no resuelto en las aplicaciones de procesamiento de minerales donde el material a procesar es un producto natural cuyas características físicas pueden variar ampliamente.

- 20 El documento WO 2013/053066 describe un método para la fragmentación y/o el debilitamiento de un material que comprende los pasos de: a) proporcionar una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso; b) alimentar a través de la zona de proceso el material a fragmentar y/o debilitar; c) generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos mientras pasa el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para fragmentarlo y/o debilitarlo; d) suministrar líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso mientras que el material a fragmentar y/o debilitar atraviesa la zona de proceso y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos; e) determinar la resistencia eléctrica entre los al menos dos electrodos.

- 25 En este documento se determina la resistencia a las descargas entre los dos electrodos y, dependiendo de los valores determinados, se controla la alimentación del líquido de proceso a la zona de proceso.

- 30 El documento DE 103 02 867 B3 describe en general el cambio de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a la zona de proceso en función de una desviación detectada de un parámetro de proceso.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 35 Por tanto, un objetivo general de la invención es proporcionar métodos para la fragmentación y/o el debilitamiento de material mediante descargas de alto voltaje y sistemas para realizar estos métodos que aseguren una calidad esencialmente constante del material procesado, incluso si la calidad del material alimentado varía, o que al menos reduce el efecto de la variación del material suministrado sobre la calidad del material procesado.

Este objetivo se alcanza por los métodos y sistemas según las reivindicaciones independientes.

- 40 Así, un primer aspecto de la invención se refiere a un método para la fragmentación y/o el debilitamiento de un material, por ejemplo roca o mineral, mediante descargas de alto voltaje. Según este método, el material a fragmentar y/o a debilitar se alimenta a través de una zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos dispuestos a cierta distancia entre sí y que se inunda con un líquido de proceso. Durante la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, para fragmentar y/o debilitar el material, y se suministra líquido de proceso a la zona de proceso y se descarga desde la zona de proceso.

- 45 En este estado operativo, se determina el grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o se determina el líquido de proceso descargado desde la zona de proceso y/o, adicional o alternativamente, se determina la diferencia en el grado de turbidez del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso. Se compara o comparan el grado determinado de turbidez y/o, adicional o alternativamente, la diferencia determinada en

los grados de turbidez con valores de referencia para el grado de turbidez y/o la diferencia en los grados de turbidez respectivamente.

- 5 En caso de detectarse una desviación del grado de turbidez determinado con relación al valor de referencia para el grado de turbidez y/o de una diferencia determinada entre el grado de turbidez y el valor de referencia para la diferencia en los grados de turbidez, se cambian uno o más parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso de modo que, cuando después del cambio de estos parámetros se repite la determinación del grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez y se comparan con los valores de referencia, se reduce la desviación detectada o no se detecta una desviación.
- 10 En otras palabras, cambiando parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material, el grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso y/o la diferencia en los grados de turbidez del líquido de proceso alimentado a la zona del proceso y del líquido de proceso descargado de la zona de proceso se acerca más a un valor diana definido por el valor de referencia con el que se compara..
- 15 En una realización preferente del método, se utiliza un valor de referencia previamente determinado en tres pasos. En el primer paso, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de manera que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación y/o debilitamiento, respectivamente. En el segundo paso, se determina el grado de turbidez o la diferencia entre
- 20 los grados de turbidez en el estado operativo alcanzado en el primer paso. En el tercer paso, se utiliza/n como valor(es) de referencia el grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez determinada en el segundo paso. Procediendo de esta forma es posible optimizar el proceso de fragmentación y/o debilitamiento de un material específico por experiencia y/o de forma aleatoria, por ejemplo a base de ensayo y error, y, después de alcanzar un estado operativo deseado, realizar el proceso sistemáticamente en este estado incluso con características cambiantes del material que se introduce en la zona de proceso.
- 25 En otra realización preferente del método, la determinación del grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez, la comparación de los mismos con el valor de referencia, y, en caso de detectar una desviación, el cambio de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la introducción del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, preferiblemente de manera automatizada. Al proceder de
- 30 esta manera en la operación prevista, el grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez se mantiene en un nivel que corresponde esencialmente al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, el proceso de fragmentación y/o debilitamiento puede mantenerse en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.
- 35 Además, en otra realización preferente del método, el líquido de proceso que se introduce en la zona de proceso no muestra ninguna turbidez o tiene esencialmente un grado constante de turbidez. Esto facilita el control del proceso.
- 40 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método de fragmentación y/o debilitamiento de un material, por ejemplo roca o un mineral, mediante descargas de alto voltaje. Según este método, el material a fragmentar y/o debilitar se introduce a través de una zona de proceso que se conforma entre al menos dos electrodos dispuestos a cierta distancia entre sí relativa, zona que se inunda con un líquido de proceso. Mientras que el material a fragmentar y/o debilitar se alimenta a través de la zona de proceso, se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos para fragmentar y/o debilitar el material, y el líquido de proceso es suministrado a la zona de proceso y descargado desde la zona de proceso.
- 45 En este estado se determina la resistencia eléctrica entre los al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares justo antes de producirse las descargas de alto voltaje. La resistencia eléctrica determinada se compara con un valor de referencia para la resistencia eléctrica.
- 50 En caso de una desviación de la resistencia eléctrica determinada frente al valor de referencia para la resistencia eléctrica, se modifican uno o más parámetros de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas a altos voltajes entre al menos dos electrodos, de la distancia entre al menos dos electrodos y/o de la alimentación y descarga del líquido de proceso a la zona del proceso y desde la zona de proceso, de modo que, cuando después del cambio de los parámetros la determinación de la resistencia eléctrica entre los al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares justo antes de producirse las descargas de alto
- 55 voltaje, y se repite la comparación con el valor de referencia, se reduce la desviación detectada o no se detecta una desviación.

5 En otras palabras, cambiando los parámetros de alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos, de la distancia entre al menos dos electrodos y/o de la alimentación y descarga del líquido de proceso a la zona del proceso y desde la zona del proceso, la resistencia eléctrica entre al menos los dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar y entre al menos dos electrodos auxiliares justo antes de producirse las descargas de alto voltaje se aproxima más al valor objetivo definido por el valor de referencia con el que se compara.

10 En una realización preferente del método de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, para determinar la resistencia eléctrica antes de producirse las descargas de alto voltaje, se determinan en un primer paso el voltaje máximo entre los electrodos, el voltaje entre los electrodos al comienzo de la descarga y el tiempo de retardo entre el voltaje máximo y el voltaje de inicio de la descarga. El término "los electrodos" para esta realización significa al menos los dos electrodos entre los cuales se producen descargas de alto voltaje. En un segundo paso, siendo conocida la capacitancia del generador de alto voltaje para la carga de los electrodos, se compara la resistencia entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje, de acuerdo con o con ayuda de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{t}{C} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{U(ds)}{U_0} \right)}$$

20 R en esta fórmula es la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje. U_0 es el voltaje máximo entre los electrodos, $U_{(ds)}$ es el voltaje entre los electrodos al inicio de la descarga, t es el tiempo de retardo entre el voltaje máximo U_0 y el voltaje $U_{(ds)}$ al inicio de la descarga y C es la capacitancia conocida del generador de alto voltaje. Esta determinación de la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje ha resultado especialmente práctica. El término "ln" significa logaritmo natural.

25 En otra realización preferente de este método, se utiliza un valor de referencia predeterminado en tres pasos. En el primer paso se ajustan la generación de descargas de alto voltaje entre al menos los dos electrodos, la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, la distancia entre los electrodos y la alimentación y descarga del líquido de proceso, de manera que el material fragmentado y/o debilitado tiene el grado de fragmentación o debilitamiento respectivo deseado cuando sale de la zona de proceso. En el segundo paso, en la fase operativa alcanzada en el primer paso, se determina la resistencia entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje. En el tercer paso se utiliza como valor de referencia la resistencia entre los electrodos, determinada en el segundo paso, antes de producirse las descargas de alto voltaje. Al proceder de esta forma es posible optimizar el proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico por experiencia y/o de modo aleatorio, es decir a base de ensayo y error, y después de haber encontrado el estado operativo deseado, realizar el proceso en este estado incluso bajo características cambiantes del material alimentado a la zona de proceso.

35 En otra realización preferente del método, la determinación de la resistencia eléctrica entre los electrodos, la comparación de la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia y, en el caso de una desviación, el cambio de la alimentación del material a través de la zona de proceso, la generación de descargas de alto voltaje entre los electrodos, la distancia entre al menos los dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso a y desde la zona de proceso se realiza de modo continuo, preferentemente de forma automatizada. Así, la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje se mantiene, en la operación prevista, en un nivel que corresponde esencialmente al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, se puede mantener el proceso de fragmentación y/o debilitamiento en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.

45 Un tercer aspecto de la invención se refiere a un método de fragmentación y/o debilitamiento de un material, por ejemplo roca o mineral, mediante descargas de alto voltaje. Según este método, el material a fragmentar

y/o debilitar se alimenta a través de la zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos dispuestos a cierta distancia entre sí relativa y que se inunda con un líquido de proceso. Durante la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos con el fin de fragmentar y/o debilitar el material.

- 5 En este estado operativo se determinan datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado descargado desde la zona de proceso y/o, adicional o alternativamente, se determinan datos que representan una imagen del material introducido en la zona de proceso y datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que se descarga desde la zona de proceso y, a continuación, el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material que sale de la zona de proceso, mediante comparación de los
10 datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso.

- 15 Los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado se comparan con los datos de referencia para la imagen del material fragmentado y/o debilitado y/o, adicional o alternativamente, el grado determinado del grado de fragmentación y/o debilitamiento del material se compara con un valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material.

- 20 En caso que, para los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado, se detecte una desviación con respecto a los datos de referencia para la imagen del material fragmentado, y/o de que el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material se desvíe del valor de referencia en cuanto al grado de fragmentación y/o debilitamiento del material, se cambian uno o más parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de manera que, cuando se repite, después del cambio de los parámetros, en la determinación de los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado y/o del grado de fragmentación y/o debilitamiento del material y la comparación con los datos de referencia y/o el valor de referencia, la desviación se reduce o no se detecta una desviación.

- 25 En otras palabras, cambiando los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso, las características físicas, por ejemplo la distribución de tamaños o el aspecto visual, respectivo del material fragmentado y/o debilitado que se descarga desde la zona de proceso y/o el grado de fragmentación y/o debilitamiento que se produce en el material al procesarlo en la zona de proceso, se acercan más al estado diana o al valor definido por los datos de referencia y/o al
30 valor de referencia.

En una realización preferente del método, se alimenta el líquido de proceso a la zona de proceso y éste se descarga desde la zona de proceso mientras que se introduce el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y se generan descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos. Al proceder de esta manera se puede conseguir un funcionamiento continuo con condiciones operativas estables.

- 35 Preferentemente, los datos que representan la imagen o las imágenes, respectivas se determinan mediante el uso de cámaras digitales, de preferencia mediante el uso de cámaras digitales de rayos X. Los datos obtenidos con estas cámaras pueden procesarse fácilmente para su comparación mutua o con datos de referencia y los datos de imagen suministrados por las cámaras de rayos X pueden contener también información relativa a microfisuras del material, es decir relacionada con el debilitamiento del material.

- 40 En una realización preferente del método, los datos de referencia predeterminados que se utilizan, que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado, son datos predeterminados en tres pasos. En el primer paso, se ajustan la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso de manera que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene el grado deseado de fragmentación o
45 debilitamiento, respectivamente. En el segundo paso, se determinan los datos que representan una imagen de este material en el estado operativo alcanzado en el primer paso. En el tercer paso, se utilizan como datos de referencia los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso, datos determinados en el segundo paso. Al proceder de esta forma es posible optimizar el proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico, bien por experiencia y/o de modo aleatorio, es
50 decir a base de ensayo y error, y, después de detectar un estado operativo deseado, para desarrollar sistemáticamente el proceso en este estado incluso con características cambiantes del material que se introduce en la zona de proceso.

- 55 En otra realización preferente del método, la determinación de los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado, la comparación de los datos determinados que representan la imagen con datos de referencia y, en caso de detectarse una desviación, el cambio de la generación de descargas de alto voltaje

y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, preferentemente de manera automatizada.

5 Procediendo de este modo en la operación prevista, las características físicas, por ejemplo la distribución de tamaño o la apariencia visual respectiva del material fragmentado y/o debilitado a descargar desde la zona de proceso se mantienen en un nivel que esencialmente corresponde a los datos de referencia o quedan dentro de un cierto campo de dispersión alrededor de los datos de referencia. Así, se puede mantener el proceso de fragmentación y/o debilitamiento en un estado operativo deseado representado por los datos de referencia.

10 Además, en otra realización preferente adicional del método, se utiliza un valor de referencia predeterminado que representa el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material, valor que se predetermina en tres pasos. En el primer paso, se ajustan la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso de manera que el material fragmentado y/o debilitado que abandona la zona del proceso tenga un grado de fragmentación y/o debilitamiento deseado, respectivamente. En el segundo paso, se determinan, en el estado operativo alcanzado en el primer paso, los datos que representan una imagen del material a alimentar a la zona del proceso y los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a descargar desde la zona de proceso, y se determina un grado de fragmentación y/o debilitamiento del material comparando estos datos determinados que representan la imagen del material a alimentar a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que abandona la zona de proceso. En el tercer paso, se utiliza el grado determinado de fragmentación y/o de debilitamiento del material como valor de referencia. Al proceder de esta forma, es posible optimizar el proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico bien por experiencia y/o de una forma aleatoria, por ejemplo a base de ensayo y error, y después de conseguir un estado operativo deseado para realizar el proceso sistemáticamente en este estado, incluso con características cambiantes del material introducido en la zona de proceso.

25 En otra realización preferente adicional del método, la determinación de los datos que representan la imagen del material introducido en y descargado desde la zona de proceso, la determinación del grado de fragmentación y/o de debilitamiento del material, la comparación del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento con el valor de referencia y, en el caso de una desviación, el cambio de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, de preferencia de modo automatizado.

30 Al proceder de esta manera en la operación prevista, el debilitamiento al que se somete el material mediante el procesamiento en la zona de proceso se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, se puede mantener el proceso de fragmentación y/o debilitamiento en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.

35 En otra realización preferente de los métodos arriba descritos de acuerdo con el primer, segundo o tercer aspecto de la invención, el cambio en la generación de descargas de alto voltaje se logra cambiando la cantidad de energía de fragmentación y/o de debilitamiento introducida en la zona de proceso mediante descargas de alto voltaje. Preferentemente, esto se lleva a cabo cambiando la frecuencia de las descargas de alto voltaje, del voltaje de las descargas de alto voltaje, de la forma de los pulsos que provocan las descargas de alto voltaje, de la energía almacenada por pulsos en el generador que carga los al menos dos electrodos, de la polaridad de los al menos dos electrodos y/o de la distancia entre los al menos dos electrodos. Dependiendo del equipo de proceso utilizado para realizar el método, puede ser especialmente preferible uno solo de estos elementos o una combinación de los mismos.

45 En otra realización preferente adicional del método de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, el cambio de la alimentación del material a través de la zona de proceso se produce cambiando el tiempo de permanencia del material en la zona de proceso o cambiando la relación entre la cantidad de material y la cantidad de líquido de proceso presente en la zona de proceso. En el primer caso, cambia el número de descargas al que se expone el material que pasa a través de la zona de proceso, mientras que en el segundo caso cambia la cantidad de material expuesto a cada descarga.

50 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, cambia la alimentación y la descarga del líquido de proceso a y desde la zona de proceso debido a que se modifica la cantidad, es decir el caudal volumétrico, del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde la zona de proceso. Esto es preferente, ya que se puede realizar de forma sencilla y es fácil de controlar. Sin embargo, también se contempla cambiar la alimentación y descarga del líquido de proceso de forma diferente, es decir modificando las características físicas del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso o, por ejemplo, cambiando la posición, dirección o velocidad a la que se alimenta el líquido de proceso a la zona de proceso.

5 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, se somete el líquido de proceso que se descarga desde la zona de proceso a un paso de acondicionamiento en el que se reduce su grado de turbidez y/o su conductividad eléctrica y éste es realimentado en parte o por completo a la zona de proceso. De este modo se puede reducir significativamente la cantidad de líquido de proceso para llevar a cabo el proceso.

En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, el líquido de proceso alimentado a la zona de proceso tiene una conductividad eléctrica esencialmente constante. Esto es preferente para conseguir un buen control del proceso.

10 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, la alimentación y descarga del líquido de proceso se produce de modo ininterrumpido o en intervalos. En el primer caso se consigue la ventaja de que se pueden conseguir condiciones estables de funcionamiento.

15 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, se utiliza agua como líquido de proceso. El agua es económica, incombustible y resulta ser adecuada como líquido de proceso en métodos de fragmentación de material mediante descargas de alto voltaje.

20 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, se prevé una zona de proceso en la que se disponen al menos dos electrodos, es decir los electrodos entre los cuales se generan las descargas de alto voltaje, uno por encima del otro y/o al lado del otro. Se ha demostrado que estas configuraciones son especialmente adecuadas.

En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, se utiliza un mineral de metal noble o un mineral de metal semiprecioso como material a fragmentar y/o debilitar, en particular mineral de cobre, mineral de oro o mineral de platino. La aplicación de los métodos para procesar estos materiales es especialmente interesante desde el punto de vista comercial.

25 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, antes del método tiene lugar una fragmentación y/o un debilitamiento del material que se fragmenta y/o debilita, de preferencia una fragmentación y/o un debilitamiento mediante descargas de alto voltaje, preferiblemente mediante la realización del método de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspectos de la invención.

30 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo o tercer aspecto de la invención, después del método tiene lugar una fragmentación y/o un debilitamiento del material fragmentado y/o debilitado de acuerdo con el método, de preferencia una fragmentación y/o un debilitamiento mediante descargas de alto voltaje, preferiblemente mediante la realización del método de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspectos de la invención, o una fragmentación mecánica. Esto es especialmente económico

35 si se enfoca el proceso según el método principalmente hacia un pre-debilitamiento del material con el fin de reducir el consumo de energía en el proceso de fragmentación/ debilitamiento posterior y/o para aumentar la capacidad de procesamiento.

40 En otra realización preferente adicional de los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención, se determina al menos un parámetro de proceso aguas arriba antes del método y/o aguas abajo tras el método. En base a este parámetro determinado, se cambia/cambian el valor de referencia o los datos de referencia. Al proceder de esta forma, los métodos de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención pueden integrarse en un proceso complejo de producción.

45 En este caso se prefiere que el proceso aguas arriba antes del método y/o aguas abajo después del método sea un proceso según el primer, segundo y tercer aspectos de la invención, en el que el material se alimenta a través de la zona de proceso y/o el material que se descarga desde la zona de proceso se fragmenta y/o debilita.

50 Si el al menos un parámetro es o comprende un parámetro de proceso aguas arriba, se prefiere que el parámetro se correlacione con las características del material que abandona el proceso aguas arriba para ser introducido en la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento, en particular una correlación con el tipo, la cantidad, la dureza y/o el tamaño de partícula del material que viene del proceso aguas arriba.

Los parámetros preferidos de esta naturaleza son el consumo de potencia de un dispositivo para tratar el material en el proceso aguas arriba, por ejemplo una trituradora o un molino, el tamaño de partícula del material después del proceso aguas arriba, el consumo de aditivos o reactivos químicos utilizados en el proceso aguas

arriba, la concentración de ciertas sustancias en un fluido de proceso del proceso aguas arriba y/o la cantidad de material que sale del proceso aguas arriba.

5 Si el al menos un parámetro es o comprende un parámetro de un proceso aguas abajo, se prefiere que este parámetro esté correlacionado con las características del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y se alimenta al proceso aguas abajo para el siguiente tratamiento, en particular correlacionado con el tipo, la cantidad, la triturbabilidad, la dureza y/o el tamaño de partícula del material.

10 Los parámetros preferidos de este tipo son el consumo de potencia de un dispositivo para el tratamiento del material en el proceso aguas abajo, en particular un molino o trituradora, la presión de un ciclón triturador de bolas utilizado en el proceso aguas abajo, el tamaño de partícula del material que entra en el proceso aguas abajo, la cantidad de material que entra en el proceso aguas abajo, el consumo de aditivos o reactivos químicos utilizados en el proceso aguas abajo, la concentración de ciertas sustancias en un fluido de proceso aguas abajo, el grado de desechos o un factor de recuperación resultante en el proceso aguas abajo y/o la cantidad de material que sale del proceso aguas abajo.

15 Un cuarto aspecto de la invención se refiere a un sistema para realizar el método de acuerdo con el primer aspecto de la invención. Este sistema comprende una zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos que se disponen a cierta distancia entre sí. En la operación prevista del sistema, se inunda la zona de proceso con un líquido de proceso, por ejemplo agua. El sistema comprende varias instalaciones para una función específica. Incluye primeros medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar en la operación prevista del sistema a través de la zona de proceso. Estos medios pueden ser, por ejemplo, un transportador y/o un canalón vibratorio. El sistema comprende segundos medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos en el procedimiento previsto mientras que se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento. Estos medios incluyen típicamente un generador de alto voltaje y conexiones dedicadas a los electrodos. El sistema comprende
20
25
30
35
terceros medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para descargarlo desde la zona de proceso en la operación prevista del sistema mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos. Estos medios pueden comprender, por ejemplo, cuartos medios para determinar el grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o del líquido que sale de la zona de proceso o para determinar una diferencia entre los grados de turbidez de líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y del líquido de proceso que sale de la zona de proceso. Estos medios pueden comprender, por ejemplo, un sistema óptico con un recorrido óptico que atraviesa el líquido de proceso entre un emisor de luz y un receptor de luz y que puede distinguir diferentes intensidades de la luz recibida por el receptor de luz como diferentes grados de turbidez. Los primeros y segundos medios mencionados se conciben de modo que se pueda cambiar al menos un parámetro de la alimentación del material a través de la zona de proceso y/o al menos un parámetro de la generación de descargas de alto voltaje. El sistema es adecuado, por tanto, para su utilización en la realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

40 En una realización preferente, el sistema comprende una unidad de control con la cual se puede comparar el grado determinado de turbidez con un valor de referencia para el grado de turbidez o la diferencia determinada entre los grados de turbidez se pueden comparar con un valor de referencia para la diferencia entre los grados de turbidez y, en caso de una desviación del grado determinado de turbidez frente al valor de referencia para el grado de turbidez y/o de la diferencia determinada entre los grados de turbidez frente al valor de referencia para la diferencia entre los grados de turbidez, se puede cambiar o se cambian uno o más parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso, respectivamente, mediante la unidad de control, de forma que, cuando después
45
de modificar los parámetros de determinación del grado de turbidez y/o de la diferencia entre los grados de turbidez y repetir la comparación con el valor de referencia, la desviación que se detecta entonces se ha reducido o no se detecta.

50 En otras palabras, la unidad de control de esta realización se adapta a los parámetros de control de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material con el fin de acercar el grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso y/o la diferencia entre los grados de turbidez del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso a un valor diana definido por el valor de referencia con el que se compara.

55 Preferentemente, la unidad de control se diseña de manera que la determinación del grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez, la comparación de los mismos con el valor de referencia y, en caso de una desviación, el cambio de los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, de preferencia de modo automatizado. Al proceder de esta forma se puede controlar el grado de turbidez y/o la diferencia entre los

grados de turbidez mediante la unidad de control, de forma que se mantienen en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o quedan dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, el proceso de fragmentación y/o debilitamiento puede mantenerse, gracias a la unidad de control, en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.

5 Además, es preferente que la unidad de control esté adaptada para comparar el grado determinado de turbidez y/o la diferencia determinada entre los grados de turbidez con un valor de referencia que ha sido predeterminado por la misma. Al proceder de esta forma, la unidad de control se adapta para permitir un ajuste no automatizado, es decir manual, de parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso hasta un estado operativo en el que el material fragmentado y/o debilitado que abandona la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación y/o debilitamiento, respectivamente. La unidad de control determina en este estado operativo el grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez y utiliza a continuación este grado de turbidez y/o la diferencia entre los grados de turbidez en el siguiente control del proceso como valor de referencia. Al proceder de esta manera, resulta posible optimizar manualmente el proceso de fragmentación y/o de debilitamiento para un material específico y, después de alcanzar el estado operativo deseado, mantener la ejecución del proceso en este estado mediante la unidad de control, incluso con características cambiantes del material que se alimenta a la zona del proceso.

Un quinto aspecto de la invención se refiere a un sistema para la realización del método de acuerdo con el segundo aspecto de la invención. Este sistema comprende una zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos que están dispuestos distanciados entre sí mutuamente. En el procedimiento previsto del sistema, se inunda la zona de proceso con un líquido de proceso, por ejemplo agua. El sistema comprende varias instalaciones con una función específica. Comprende primeros medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar en el procedimiento previsto del sistema a través de la zona de proceso. Estos medios pueden ser, por ejemplo, un transportador y/o un canal. El sistema comprende segundos medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos en el procedimiento previsto mientras que se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento. Estos medios incluyen típicamente un generador de alto voltaje y conexiones dedicadas a los electrodos. El sistema comprende terceros medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para su descarga desde la zona de proceso en el procedimiento previsto del sistema mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos. Estos medios pueden comprender, por ejemplo, un circuito de líquido de proceso con una bomba de circulación, filtros y tuberías especiales. El sistema comprende cuartos medios para determinar la resistencia eléctrica entre los al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares antes de producirse las descargas de alto voltaje. Tales medios incluyen típicamente un equipo de medición informático que determina los parámetros eléctricos del ciclo de descarga, como la curva de voltaje y la curva de corriente, y deduce de ello la resistencia eléctrica en el momento en que se produce la descarga. El primer y tercer medios arriba mencionados están diseñados de modo que se puede modificar al menos un parámetro de la alimentación del material a través de la zona de proceso y/o al menos un parámetro de la alimentación y descarga del líquido de proceso en y desde la zona de proceso. Así, el sistema es adecuado para su uso en la realización del método según el segundo aspecto de la invención.

En una realización preferente, el sistema comprende además medios para ajustar la distancia entre al menos dos electrodos. Con ello es posible variar otro parámetro del proceso.

En otra realización preferente adicional, el sistema comprende una unidad de control con la cual se puede comparar la resistencia eléctrica con un valor de referencia para la resistencia eléctrica y, en caso de una desviación de la resistencia eléctrica determinada con relación al valor de referencia, se pueden cambiar o cambian uno o más parámetros de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos, de la distancia entre al menos dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso en y desde la zona de proceso, respectivamente, de forma que, después de cambiar los parámetros de determinación de la resistencia eléctrica entre al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares justo antes de tener lugar las descargas de alto voltaje y después de repetir la comparación con el valor de referencia, la desviación que se detecta entonces se ha reducido o no se detecta.

En otras palabras, la unidad de control en esta realización se adapta a parámetros de control de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos, de la distancia entre al menos dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso en y desde la zona de proceso, para acercarse más a un valor diana definido por el valor de referencia de la resistencia eléctrica entre los al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos

un electrodo auxiliar y/o entre al menos dos electrodos auxiliares con el que se compara antes de producirse las descargas de alto voltaje.

5 Preferentemente, la unidad de control se diseña de modo que la determinación de la resistencia eléctrica, la comparación de la resistencia eléctrica determinada con el valor de referencia y, en caso de una desviación, la modificación de los parámetros de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre los electrodos, de la alimentación y descarga del líquido de proceso en y desde la zona de proceso y/o de la distancia entre al menos dos electrodos se realiza de manera continua, preferentemente de modo automatizado. Al proceder así, se puede controlar con la unidad de control la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje, de manera que se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, la unidad de control puede mantener el proceso de fragmentación y/o debilitamiento en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.

10 Además, es preferente que la unidad de control esté adaptada para comparar la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia que ha sido predeterminado por la misma. Para ello, la unidad de control se adapta para permitir el ajuste no automático, por ejemplo manual, de parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos, de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y de la alimentación y descarga del líquido de proceso, y alcanzar un estado operativo en el que material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente. La unidad de control determina, en este estado operativo, la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje y utiliza a continuación esta resistencia eléctrica como valor de referencia en el siguiente control del proceso. Al proceder de esta forma, se posibilita una optimización manual del proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico y, después de alcanzar un estado operativo deseado, realizar el proceso en este estado mediante la unidad de control, incluso con características cambiantes del material alimentado a la zona de proceso.

25 Un sexto aspecto de la invención se refiere a un sistema para realizar el método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención. Este sistema comprende una zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos dispuestos a cierta distancia relativa entre sí. Para la operación prevista del sistema, se inunda la zona de proceso con un líquido de proceso, por ejemplo agua. El sistema comprende varias instalaciones con una función específica. El sistema comprende un primer medio para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar en la operación prevista del sistema a través de la zona de proceso. Estos medios pueden ser, por ejemplo, un transportador y/o un canal. El sistema comprende segundos medios para generar descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos en la operación prevista mientras que se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento. Estos medios incluyen, típicamente, un generador de alto voltaje y conexiones dedicadas a los electrodos. El sistema comprende terceros medios para determinar datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que se descarga desde la zona de proceso, con el fin de determinar datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso, para determinar datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que es descargado desde la zona de proceso y para determinar el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material descargado desde la zona de proceso mediante comparación de los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que se descarga desde la zona de proceso. Estos medios pueden comprender, por ejemplo, uno o más sistemas de cámaras digitales con o sin equipo informático para el procesamiento de los datos digitales suministrados por las cámaras. Los primeros y segundos medios arriba mencionados se diseñan de manera que se puede modificar al menos un parámetro de la alimentación del material a través de la zona de proceso y/o al menos un parámetro de la generación de descargas de alto voltaje. El sistema es adecuado, por tanto, para su uso en la realización del método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención.

40 En una realización preferente, el sistema comprende además medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y su descarga proceso desde la zona de proceso mientras que se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos. Se puede conseguir así un funcionamiento continuo con condiciones operativas estables.

45 En otra realización preferente adicional, el sistema comprende una unidad de control con la cual se pueden comparar los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado con los datos de referencia para la imagen del material fragmentado y/o debilitado, o con la cual se puede comparar el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con un valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento y, en caso de una desviación de los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado con relación a los datos de referencia para la imagen del

5 material fragmentado y/o debilitado o del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material frente al valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento, se pueden modificar o se modifican uno o más parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos y/o de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, respectivamente, con la unidad de control, de modo que, cuando después de modificar los parámetros la determinación de los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado y/o la determinación del grado de fragmentación y/o debilitación del material y se repite la comparación con el valor de referencia, la desviación que se detecta entonces es menor o no se detecta.

10 En otras palabras, la unidad de control de esta realización está adaptada para controlar los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre al menos dos electrodos y/o de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, con el fin de aproximar más a un valor diana definido por los datos de referencia o el valor de referencia con el cual se comparan, las características físicas, por ejemplo la distribución de tamaño o el aspecto visual, respectivamente, del material fragmentado y/o debilitado que se descarga desde la zona de proceso y/o el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material durante el procesamiento en la zona de proceso.

20 En una realización preferente, la unidad de control está diseñada de modo que la determinación de los datos que representan la imagen del material, la comparación de los datos determinados que representan la imagen con los datos de referencia y, en caso de una desviación, la modificación de los parámetros de generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, de preferencia de forma automatizada. Al proceder de esta forma, se pueden controlar con la unidad de control las características físicas, por ejemplo la distribución de tamaño o la apariencia visual, respectivamente, del material fragmentado y/o debilitado descargado desde la zona de proceso, de forma que se mantiene un nivel que esencialmente corresponde a los datos de referencia o que queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor de los datos de referencia. El proceso de fragmentación y/o de debilitamiento puede ser mantenido por la unidad de control en un estado operativo deseado representado por los datos de referencia.

30 Además, es preferente que la unidad de control esté adaptada para comparar los datos determinados que representan la imagen con los datos de referencia, con los datos de referencia que han sido predeterminados por la misma. Al proceder de este modo, se adapta la unidad de control para permitir un ajuste no automatizado, es decir manual, de los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso hasta alcanzar un estado operativo en el que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente. La unidad determina en este estado operativo los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado y utiliza a continuación estos datos para el siguiente control del proceso como datos de referencia. Al proceder de este modo es posible optimizar manualmente el proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico, y una vez alcanzado el estado operativo, para realizar el proceso en este estado mediante la unidad de control incluso con características cambiantes del material alimentado a la zona de proceso.

40 En otra realización adicional, la unidad de control se diseña de manera que la determinación de los datos que representan las imágenes del material alimentado a y descargado desde la zona de proceso, la determinación del grado de fragmentación y/o del debilitamiento del material a partir de estos datos, la comparación del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con el valor de referencia y, en caso de una desviación, la modificación de los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realizan de modo continuo, preferentemente de forma automatizada. Al proceder de este modo, el debilitamiento al que se somete el material por el procesamiento en la zona de proceso puede ser controlado por la unidad de control de tal forma que lo mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia. Así, el proceso de fragmentación y/o debilitamiento puede mantenerse con la unidad de control en un estado operativo deseado representado por el valor de referencia.

50 Además, es preferente que la unidad de control esté adaptada para comparar el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con el valor de referencia para el grado de fragmentación y/o el debilitamiento que ha sido predeterminado por la misma. Al proceder de este modo, la unidad de control se adapta para permitir un ajuste no automatizado, por ejemplo manual, de los parámetros de la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y de la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso hasta alcanzar un estado operativo en el que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tenga el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente. La unidad de control determina en este estado operativo los datos que representan las imágenes del material alimentado a y descargado desde la zona de proceso, determina a partir de éstos el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material y utiliza a continuación este grado de fragmentación y/o

debilitamiento del material en el siguiente control del proceso como valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material. Al proceder de este modo, es posible optimizar manualmente el proceso de fragmentación y/o debilitamiento para un material específico y, después de alcanzar un estado operativo deseado, realizar el proceso en este estado mediante la unidad de control, incluso con características cambiantes del material alimentado a la zona de proceso.

En otra realización preferente adicional de los sistemas descritos más arriba de acuerdo con el cuarto, quinto o sexto aspecto de la invención, los medios para generar las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos se diseñan de manera que, para cambiar la generación de descargas de alto voltaje, la cantidad de energía de fragmentación o debilitamiento aportada a la zona de proceso mediante las descargas de alto voltaje puede cambiar, en particular modificando la frecuencia de las descargas de alto voltaje, del voltaje de las descargas de voltaje, de la forma de los pulsos que provocan las descargas de alto voltaje, de la energía almacenada por pulsos en el generador que carga los al menos dos electrodos, de la polaridad de los al menos dos electrodos y/o del espacio entre los al menos dos electrodos. Dependiendo del equipo de proceso utilizado para realizar el método, puede ser especialmente preferente un cambio de uno solo de estos parámetros o de una combinación con otros parámetros.

En otra realización preferente adicional de los sistemas arriba descritos de acuerdo con el cuarto, quinto o sexto aspecto de la invención, los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso se diseñan de manera que, para cambiar la alimentación del material a través de la zona de proceso, se puede modificar el tiempo de permanencia del material en la zona de proceso o se puede cambiar la relación entre la cantidad de material y la cantidad de líquido de proceso presentes en la zona de proceso. En el primer caso se puede modificar el número de descargas al que se somete el material que pasa a través de la zona de proceso, mientras que en el segundo caso se puede cambiar la cantidad del material expuesto a cada descarga.

En otra realización preferente adicional de los sistemas arriba descritos de acuerdo con el cuarto, quinto o sexto aspecto de la invención, los medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para descargar el líquido de proceso desde dicha zona se diseñan de modo que, para cambiar la alimentación a y la descarga del líquido de proceso desde la zona de proceso, se puede modificar la cantidad, es decir el caudal volumétrico, del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde ésta. Esto es preferente debido a que se puede realizar de modo sencillo y fácil de controlar. Sin embargo, también se considera cambiar la alimentación y descarga del líquido de proceso de forma diferente, es decir modificando las características físicas y/o químicas del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso o, por ejemplo, cambiando la localización, dirección o velocidad a la que se alimenta el líquido de proceso a la zona de proceso.

En otra realización preferente adicional de los sistemas arriba descritos de acuerdo con el cuarto, quinto y sexto aspecto de la invención, los sistemas comprenden además medios para acondicionar el líquido de proceso descargado de la zona de proceso, de modo que se reduce su grado de turbidez y/o su conductividad eléctrica, y además comprenden medios para retroalimentar completa o parcialmente el líquido de proceso acondicionado a la zona de proceso. De esta forma se puede reducir significativamente la cantidad de líquido de proceso necesaria para realizar el proceso.

En otra realización preferente adicional de los sistemas arriba descritos de acuerdo con el cuarto, quinto o sexto aspecto de la invención, los medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para su descarga desde la zona de proceso se adaptan para alimentar y/o descargar el líquido de proceso de modo ininterrumpido o por intervalos. En el primer caso se consigue la ventaja de que se alcanzan condiciones operativas estables.

En otra realización preferente adicional de los sistemas arriba descritos de acuerdo con el cuarto, quinto o sexto aspecto de la invención, los al menos dos electrodos, es decir los electrodos entre los cuales se generan las descargas de alto voltaje, se disponen uno por encima del otro y/o uno al lado del otro. Se ha demostrado que estas configuraciones son especialmente adecuadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La invención se entenderá mejor y otros objetos que no sean los explicados más arriba resultarán aparentes a la vista de la siguiente descripción detallada de la misma. Esta descripción hace referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- Fig. 1: muestra de modo esquemático un primer método de acuerdo con la invención.
- Fig. 2: muestra de modo esquemático un segundo método de acuerdo con la invención.
- Fig. 3: muestra de modo esquemático un tercer método de acuerdo con la invención, y
- Fig. 4: muestra de modo esquemático un cuarto método de acuerdo con la invención.

55 FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

En la figura 1 se representa esquemáticamente un primer método de acuerdo con la invención para fragmentar un material de piedra mediante descargas de alto voltaje. El material de piedra ("entrada sin tratamiento") y un líquido de proceso ("alimentación de agua") se alimentan de modo continuo a la zona de proceso ("procesamiento de alto voltaje") que se forma entre dos electrodos dispuestos a una cierta distancia relativa entre sí. La zona de proceso se inunda con el líquido de proceso y entre los dos electrodos se generan descargas de alto voltaje. El material de piedra que pasa a través de la zona del proceso se trata con descargas de alto voltaje, quedando así fragmentado. El material de piedra fragmentado ("producto tratado de salida") se descarga de modo continuo desde la zona de proceso. La misma cantidad de líquido alimentado de modo continuo a la zona de proceso se descarga de forma continua desde dicha zona. El líquido de proceso descargado se conduce hasta una planta de análisis y tratamiento de aguas ("análisis de propiedades del agua") donde se determina su grado de turbidez. Al proceder de este modo, el análisis y tratamiento del agua comprende un sistema óptico con un trayecto óptico que pasa a través del líquido de proceso entre un emisor y un receptor de luz y puede distinguir intensidades diferentes de la luz recibida por el receptor de luz como diferentes grados de turbidez. Después de determinar la turbidez, se filtra el líquido de proceso y se trata en la planta de análisis y tratamiento de aguas para reducir su turbidez y su conductividad eléctrica. El líquido de proceso filtrado y tratado se retroalimenta a la zona de proceso. En la planta de análisis y tratamiento de aguas también se compara el grado de turbidez con un valor de referencia. En caso de que la turbidez determinada sea inferior al valor de referencia, se incrementa la frecuencia de descargas de alto voltaje y/o se reduce la velocidad de la alimentación del material de piedra a través de la zona de proceso. En caso de que la turbidez determinada sea superior al valor de referencia, se reduce la frecuencia de las descargas de alto voltaje y/o se aumenta la velocidad de alimentación del material de piedra a través de la zona de proceso. La determinación del grado de turbidez, la comparación con el valor de referencia y los correspondientes aumentos o reducciones de la frecuencia de las descargas de alto voltaje y/o de la velocidad del material de piedra, respectivamente, se repite a intervalos, por ejemplo cada minuto.

En la figura 2 se representa de modo esquemático un segundo método de acuerdo con la invención para fragmentar y debilitamiento mineral de cobre mediante descargas de alto voltaje. El mineral de cobre ("Alimentación sin tratamiento") y un líquido de proceso ("alimentación de agua") se alimentan de modo continuo a la zona de proceso ("procesamiento de alto voltaje") formada entre los dos electrodos dispuestos a cierta distancia relativa entre sí. La zona de proceso se inunda con el líquido de proceso y se generan descargas de alto voltaje entre los dos electrodos. El mineral de cobre que pasa a través de la zona de proceso se trata con las descargas de alto voltaje y queda así fragmentado y debilitado. El material de piedra fragmentado y debilitado ("producto tratado de salida") se descarga de modo continuo desde la zona de proceso y es conducido a un proceso subsiguiente de pulverización adicional. La misma cantidad de líquido de proceso que se alimenta de modo continuo a la zona de proceso se descarga de modo continuo desde la misma. El líquido de proceso descargado es retroalimentado a la zona de proceso. Antes de producirse las descargas de alto voltaje, se determina la resistencia eléctrica entre los dos electrodos con un sistema de medición y análisis ("análisis de características eléctricas de descarga") que incluye un equipo de medición informático que determina los parámetros eléctricos del ciclo de descarga y deduce la resistencia eléctrica en el momento antes de producirse las descargas. El sistema de medición y análisis trata la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{t}{C} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{U(ds)}{U_0} \right)}$$

R en esta fórmula es la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje. U_0 es el voltaje máximo entre los electrodos, $U(ds)$ es el voltaje entre los electrodos al inicio de la descarga, t es el tiempo de retardo entre el voltaje máximo U_0 y el voltaje $U(ds)$ al inicio de la descarga y C es la capacitancia conocida del generador de alto voltaje. El término "ln" significa logaritmo natural. La resistencia eléctrica calculada entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje se compara en el sistema de medición y análisis con un valor de referencia para esta resistencia eléctrica. En caso de que la resistencia eléctrica calculada sea inferior que el valor de referencia, se aumenta la frecuencia de las descargas de alto voltaje, el voltaje de las descargas de alto voltaje, se reduce el caudal volumétrico del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde la misma y/o la velocidad de alimentación del material

de piedra a través de la zona de proceso. En caso de que la resistencia eléctrica calculada sea superior al valor de referencia, se reduce la frecuencia de las descargas de alto voltaje, se reduce el voltaje de las descargas de alto voltaje, se aumenta el caudal volumétrico del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde la misma y/o se aumenta la velocidad de alimentación del material a través de la zona de proceso. La determinación de los parámetros eléctricos, el cálculo de la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje a partir de estos parámetros, la comparación de la resistencia eléctrica calculada con el valor de referencia y el aumento o la reducción respectivos de la frecuencia de descargas de alto voltaje, del voltaje de las descargas de alto voltaje, del caudal volumétrico del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde la misma y/o de la velocidad de la alimentación del material de piedra se repite a intervalos, por ejemplo cada minuto.

En la figura 3 se representa de modo esquemático un tercer método de acuerdo con la invención para fragmentar bloques de hormigón mediante descargas de alto voltaje. Los bloques de hormigón ("alimentación sin tratamiento") y un líquido de proceso ("agua") se alimentan de modo continuo a la zona de proceso ("procesamiento de alto voltaje") conformada entre dos electrodos dispuestos a una cierta distancia relativa entre sí. La zona de proceso se inunda con el líquido de proceso y se generan descargas de alto voltaje entre los dos electrodos. Los bloques de hormigón que pasan a través de la zona de proceso se tratan con las descargas de alto voltaje y así se fragmentan. El material de hormigón fragmentado ("producto tratado de salida") es descargado de modo continuo desde la zona de proceso. La misma cantidad de líquido de proceso alimentado de modo continuo a la zona de proceso es descargada desde la misma. El líquido de proceso descargado se recoge en una cubeta para su reciclado. Mediante una unidad de análisis de imagen en línea ("análisis de imagen en línea") que comprende un sistema de cámara digital con un equipo informático para el procesamiento de los datos digitales suministrados por las cámaras, se determinan los datos que representan una imagen del material de hormigón fragmentado que sale de la zona de proceso y se comparan con los datos de referencia para la imagen del material de hormigón fragmentado. En el caso de que la comparación muestre que el material de hormigón descargado desde la zona de proceso está demasiado fragmentado con relación a la referencia, se reduce la frecuencia de las descargas de alto voltaje, se reduce el voltaje de las descargas de alto voltaje y/o se incrementa la velocidad de alimentación del material de piedra a través de la zona de proceso. En el caso de que la comparación muestre que el material de hormigón descargado desde la zona de proceso no está lo suficientemente fragmentado con relación a la referencia, se incrementa la frecuencia de las descargas de alto voltaje, se aumenta el voltaje de las descargas de alto voltaje y/o se reduce la velocidad de alimentación del material de piedra a través de la zona de proceso. La determinación de los datos que representan una imagen del material de hormigón fragmentado, la comparación de estos datos con los datos de referencia y el correspondiente aumento o la correspondiente reducción de la frecuencia de las descargas de alto voltaje y/o de la velocidad de alimentación del material de piedra se realizan de modo continuo.

En la figura 4 se representa de manera esquemática un cuarto método de acuerdo con la invención para predebilitar material de roca con contenido en piedras preciosas mediante descargas de alto voltaje. El material de roca ("alimentación sin tratamiento") y un líquido de proceso ("agua") se alimentan de modo continuo a la zona de proceso ("procesamiento de alto voltaje") conformada entre dos electrodos dispuestos a cierta distancia entre sí. La zona de proceso se inunda con el líquido de proceso y se generan descargas de alto voltaje entre los dos electrodos. El material de roca que pasa a través de la zona de proceso es tratado con descargas de alto voltaje, quedando así debilitado. El material de roca debilitado ("producto tratado de salida") es descargado de manera continua desde la zona de proceso. La misma cantidad de líquido de proceso que se alimenta de manera continua a la zona de proceso es descargada de manera continua desde la misma. El líquido de proceso descargado es retroalimentado a la zona de proceso. Mediante dos unidades de análisis de rayos X ("análisis doble de rayos X"), con un sistema de cámaras digitales de rayos X con un equipo informático para procesar los datos digitales suministrados por las cámaras, se determinan datos que representan una imagen del material de roca y datos que representan una imagen del material de roca debilitado descargado desde la zona de proceso. Estos datos se transmiten a la unidad de análisis del debilitamiento ("análisis de grado/debilitamiento") la cual, comparando estos datos proporcionados por las dos unidades de análisis de rayos X, determina el grado de debilitamiento del material de roca descargado desde la zona de proceso y compara este grado determinado de debilitamiento con un valor de referencia para el grado de debilitamiento del material. En caso de que el grado determinado de debilitamiento del material de roca sea menor que el valor de referencia, se aumenta la frecuencia de descargas de alto voltaje, se aumenta el voltaje de las descargas de alto voltaje y/o se reduce la velocidad de alimentación del material de roca a través de la zona de proceso. En caso de que el grado determinado de debilitamiento del material de roca sea superior al valor de referencia, se reduce la frecuencia de las descargas de alto voltaje, se reduce el voltaje de las descargas de alto voltaje y/o se incrementa la velocidad de alimentación del material de roca a través de la zona de proceso. La determinación de los datos que representan la imagen del material de roca alimentado a la zona del proceso y del material de roca debilitado que es descargado desde la zona de proceso, la determinación del grado de debilitamiento del material de roca, la comparación de este grado de debilitamiento del material de roca con el valor de referencia y el correspondiente aumento o la correspondiente reducción de la frecuencia

de las descargas de alto voltaje y/o de la velocidad de alimentación del material de roca se realiza a intervalos, por ejemplo cada cinco minutos.

Aunque se muestran y describen aquí realizaciones preferentes de la invención, queda claramente entendido que la invención no queda limitada a las mismas y puede realizarse de otra forma muy variada y ponerse en práctica dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

5

Reivindicaciones

1. Método para la fragmentación y/o debilitamiento de un material, en particular roca o un mineral, mediante descargas de alto voltaje, que comprende los pasos de:
 - 5 a) Proporcionar una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso;
 - b) Alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;
 - c) Generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, para fragmentarlo y/o debilitarlo;
 - 10 d) Alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos;
 - 15 e) Determinar un grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso, o determinar la diferencia en el grado de turbidez del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso;
 - 20 f) Comparar el grado de turbidez determinado con un valor de referencia para el grado de turbidez o de la diferencia determinada en el grado de turbidez con un valor de referencia para la diferencia del grado de turbidez; y
 - 25 g) Cambiar la generación de descargas de alto voltaje y/o la alimentación del material a través de la zona de proceso dependiendo de una desviación detectada del grado determinado de turbidez con relación al valor de referencia para el grado de turbidez o de la diferencia determinada en el grado de turbidez con relación al valor de referencia para la diferencia en el grado de turbidez, de manera que, cuando después se repiten los pasos e) y f), no se detecta una desviación o la desviación detectada es menor.

2. Método según la reivindicación 1, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de manera que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determina el grado de turbidez o la diferencia entre los grados de turbidez, y se utiliza después como valor de referencia.

3. Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde la determinación del grado de turbidez o de la diferencia entre los grados de turbidez, la comparación del grado determinado de turbidez o de la diferencia determinada entre los grados de turbidez con un valor de referencia y el posible cambio de la generación de las descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso, dependiendo de la desviación detectada, se realiza de modo continuo, particularmente de forma automática, de modo que, en la operación prevista, el grado de turbidez o la diferencia entre los grados de turbidez se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda en un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia.

4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde el líquido de proceso alimentado a la zona de proceso no tiene ninguna turbidez o tiene un grado de turbidez esencialmente constante.

- 45 5. Método de fragmentación y/o debilitamiento de un material, particularmente roca o mineral, mediante de descargas de alto voltaje, en particular un método según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
 - a) Proporcionar una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso;
 - 50 b) Alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;
 - c) Generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, para su fragmentación y/o debilitamiento;
 - 55 d) Alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos;

- 5
- 10
- e) Determinar la resistencia eléctrica entre al menos dos electrodos, entre al menos uno de los dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares antes de producirse las descargas de alto voltaje;
 - f) Comparar la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia para la resistencia eléctrica; y
 - g) Cambiar la alimentación del material a través de la zona de proceso, la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, la distancia entre los al menos dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso en la zona de proceso o desde la zona de proceso, dependiendo de una desviación detectada de la resistencia determinada con relación al valor de referencia, de modo que, cuando se repiten después los pasos e) y f), no se detecta una desviación o la desviación detectada es menor.

- 15
6. Método según la reivindicación 5, donde para determinar la resistencia antes de producirse las descargas de alto voltaje entre los electrodos, se determinan el voltaje entre los electrodos al inicio de la descarga y el tiempo de retardo entre el voltaje máximo y el voltaje al inicio de la descarga y se calcula la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje, siendo conocida la capacitancia del generador de alto voltaje que carga los electrodos, de acuerdo o con ayuda de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{t}{C} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{U(ds)}{U_0} \right)}$$

- 20
- donde R es la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje, U_0 es el voltaje máximo entre los electrodos, $U_{(ds)}$ es el voltaje entre los electrodos al inicio de la descarga, t es el tiempo de retardo entre el voltaje máximo U_0 y el voltaje $U_{(ds)}$ al inicio de la descarga y C es la capacitancia conocida del generador de alto voltaje.

- 25
- 30
7. Método según una de las reivindicaciones de 5 a 6, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, la distancia entre los electrodos y la alimentación y descarga del líquido de proceso, de manera que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determina la resistencia entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje y se utiliza a continuación como valor de referencia.

- 35
- 40
8. Método según una de las reivindicaciones 5 a 7, donde la determinación de la resistencia eléctrica entre los electrodos, la comparación de la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia y la posible modificación de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre los electrodos, de la distancia de al menos dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso en la zona de proceso y desde la misma, en caso de una desviación detectada de la resistencia determinada frente al valor de referencia, se realizan de modo continuo, en particular de forma automatizada, de modo que, en la operación prevista, la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia.

- 45
9. Método de fragmentación y/o debilitamiento de un material, en particular roca o mineral mediante descargas de alto voltaje, en particular un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
- a) Proporcionar una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso;
 - b) Alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;
 - c) Generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, para fragmentar y/o debilitar el material;

- 5 d) Determinar datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso o determinar datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso, determinar datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y determinar del grado de fragmentación y/o debilitamiento del material mediante la comparación de los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso;
- 10 e) Comparar los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado con datos de referencia para la imagen de material fragmentado y/o debilitado, o comparar el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con un valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento, y
- 15 f) Modificar la generación de descargas de alto voltaje y/o la alimentación del material a través de la zona de proceso dependiendo de una desviación detectada de los datos determinados, que representan la imagen, con relación a los datos de referencia o dependiendo de una desviación detectada del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con relación al valor de referencia, de modo que, cuando se repiten a continuación los pasos d) y e), no se detecta una desviación o la desviación detectada es menor.
- 20 **10.** Método según la reivindicación 9, que comprende además el paso de:
g) Alimentar líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso y mientras generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos.
- 11.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 10, donde los datos que representan la imagen se determinan empleando una cámara digital, en particular una cámara digital de rayos X.
- 25 **12.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde se utilizan los datos de referencia predeterminados y donde, para pre-determinar los datos de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determinan los datos que representan una imagen del material y se utilizan a continuación como datos de referencia.
- 30 **13.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 12, donde la determinación de los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado, la comparación de los datos determinados que representan la imagen con los datos de referencia y la posible modificación de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso, dependiendo si se ha detectado una desviación, se realizan de modo continuo, particularmente de manera automatizada, de modo que, en la operación prevista, los datos que representan la imagen esencialmente correspondan al valor de referencia o se desvían del mismo dentro de un cierto campo de dispersión.
- 35 **14.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determinan los datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso y los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a la salida de la zona de proceso, se determina un grado de fragmentación y/o debilitamiento del material comparando los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y, a continuación, se utiliza el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material como valor de referencia.
- 40 **14.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determinan los datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso y los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a la salida de la zona de proceso, se determina un grado de fragmentación y/o debilitamiento del material comparando los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y, a continuación, se utiliza el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material como valor de referencia.
- 45 **14.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determinan los datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso y los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a la salida de la zona de proceso, se determina un grado de fragmentación y/o debilitamiento del material comparando los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y, a continuación, se utiliza el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material como valor de referencia.
- 50 **14.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde se utiliza un valor de referencia predeterminado y donde, para pre-determinar el valor de referencia, se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, y donde, en este estado operativo, se determinan los datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso y los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a la salida de la zona de proceso, se determina un grado de fragmentación y/o debilitamiento del material comparando los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y, a continuación, se utiliza el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material como valor de referencia.
- 55 **15.** Método según una de las reivindicaciones 9 a 11 ó 14, donde la determinación de los datos que representan las imágenes del material alimentado a y descargado desde la zona de proceso, la determinación del grado de fragmentación y/o el debilitamiento del material, la comparación del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento con el valor de referencia y la posible modificación de la generación de descargas de alto voltaje y/o de la alimentación del material a través de la zona de proceso en caso de detectarse una desviación se realizan de modo continuo, particularmente de

ES 2 657 605 T3

modo automatizado, de manera que, en la operación prevista, el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento esencialmente corresponde al valor de referencia o se desvía del mismo dentro de un determinado campo de dispersión.

- 5 **16.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde la modificación de la generación de descargas de alto voltaje se consigue cambiando el valor de la energía de fragmentación o debilitamiento aportada a la zona de proceso por las descargas de alto voltaje, en particular modificando la frecuencia de las descargas de alto voltaje, el voltaje de las descargas de alto voltaje, la forma de los pulsos que provocan las descargas de alto voltaje, la energía almacenada por pulso en el generador que carga los al menos dos electrodos, la polaridad de los al menos dos electrodos y/o la distancia entre los al menos dos electrodos.
- 10
- 17.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde el cambio de la alimentación del material a través de la zona de proceso se realiza modificando el tiempo de permanencia del material en la zona de proceso o modificando la relación entre la cantidad de material y la cantidad de líquido de proceso presentes en la zona de proceso.
- 15 **18.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde el cambio de la alimentación y descarga del líquido de proceso a la zona de proceso y desde la zona de proceso se realiza modificando la cantidad del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y descargado desde la zona de proceso.
- 20 **19.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde el líquido de proceso descargado desde la zona de proceso se somete a un paso de acondicionamiento de reducción de su grado de turbidez y/o de su conductividad eléctrica para retroalimentarlo después parcial o completamente a la zona de proceso.
- 20.** Método según una de las realizaciones anteriores, donde el líquido de proceso alimentado a la zona de proceso tiene una conductividad eléctrica esencialmente constante.
- 25 **21.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde la alimentación y descarga del líquido de proceso se produce de forma ininterrumpida o a intervalos.
- 22.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde se utiliza agua como líquido de proceso.
- 23.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde se prevé una zona de proceso en la que se disponen al menos dos electrodos uno por encima del otro o uno al lado del otro.
- 30 **24.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde se utiliza un metal noble o un metal semiprecioso como material a fragmentar y/o debilitar, en particular un mineral de cobre, un mineral de cobre/oro o un mineral de platino.
- 25.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde antes del método, se realiza una fragmentación y/o un debilitamiento del material a fragmentar y/o debilitar, en particular una fragmentación y/o un debilitamiento mediante descargas de alto voltaje, en particular mediante la realización del método según una de las reivindicaciones anteriores.
- 35
- 26.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde, a continuación del método, se realiza una fragmentación y/o un debilitamiento del material fragmentado y/o debilitado, en particular una fragmentación y/o un debilitamiento mediante descargas de alto voltaje, en particular mediante la realización del método según una de las reivindicaciones anteriores o una fragmentación mecánica.
- 40
- 27.** Método según una de las reivindicaciones anteriores, donde se determina al menos un parámetro de proceso aguas arriba antes del método y/o aguas abajo después del método y donde se cambia o cambian el valor de referencia o los datos de referencia en base a los parámetros determinados.
- 45 **28.** Método según la reivindicación 27, donde el proceso aguas arriba anterior al método y/o el proceso aguas abajo posterior al método es un proceso que realiza el método según una de las reivindicaciones anteriores, estando el material alimentado a través de la zona de proceso y/o el material descargado a la salida de la zona de proceso fragmentado y/o debilitado.

- 5
29. Método según una de las reivindicaciones 27 a 28, donde el al menos un parámetro es un parámetro de un proceso aguas arriba correlacionado con las características del material que sale del proceso aguas arriba para su alimentación a la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento, en particular, correlacionado con el tipo la cantidad, la dureza y/o el tamaño de partícula del material que sale del proceso aguas arriba.
- 10
30. Método según la reivindicación 29, donde el al menos un parámetro es el consumo de potencia de un dispositivo de tratamiento en el proceso aguas arriba, en particular un triturador o un molino, el tamaño de partícula del material a la salida del proceso aguas arriba, el consumo de aditivos o reactivos químicos utilizados en el proceso aguas arriba, la concentración de determinadas sustancias en el fluido de proceso del proceso aguas arriba y/o la cantidad de material a la salida del proceso aguas arriba.
- 15
31. Método según una de las reivindicaciones 27 a 30, donde el al menos un parámetro es un parámetro de un proceso aguas abajo correlacionado con las características del material fragmentado y/o debilitado a la salida de la zona de proceso y que entra en el proceso aguas abajo para el siguiente tratamiento, en particular correlacionado con el tipo, la cantidad, la aptitud para ser triturado, la dureza y/o el tamaño de partícula del material.
- 20
32. Método según la reivindicación 31, donde el al menos un parámetro es el consumo de potencia de un dispositivo para el tratamiento del material en el proceso aguas abajo, en particular un molino o una trituradora, la presión de un ciclón de molino de bolas utilizado en el proceso aguas abajo, el tamaño de partícula del material que entra en el proceso aguas abajo, la cantidad de material que entra en el proceso aguas abajo, el consumo de aditivos o reactivos químicos utilizados en el proceso aguas abajo, la concentración de ciertas sustancias en un fluido del proceso aguas abajo, el índice de residuos o el factor de recuperación alcanzado en el proceso aguas abajo y/o la cantidad de material que abandona el proceso aguas abajo.
- 25
33. Sistema para la realización del método según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
- 30
- a) Una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso en la operación prevista;
- 35
- b) Medios para alimentar, en la operación prevista, el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;
- 40
- c) Medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, en la operación prevista, mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento;
- 45
- d) Medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso, en la operación prevista, mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos; y
- 50
- e) Medios para determinar el grado de turbidez del líquido de proceso en la zona de proceso o cerca de la zona de proceso o del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso, o para determinar una diferencia entre los grados de turbidez del líquido de proceso alimentado a la zona de proceso y del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso,
- 55
- donde los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso se diseñan de manera que se puede modificar la generación de descargas de alto voltaje y/o la alimentación del material a través de la zona de proceso.
34. Sistema según la reivindicación 33, donde el sistema comprende una unidad de control con la cual se puede comparar el grado de turbidez determinado con un valor de referencia para el grado de turbidez o la diferencia determinada en los grados de turbidez se puede comparar con un valor de referencia para la diferencia entre los grados de turbidez y, dependiendo de una desviación detectada en los grados de turbidez determinados o de la diferencia determinada del grado de turbidez con respecto al valor de referencia, los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso pueden ser controlados de manera que se produce un cambio en la generación de las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o en la alimentación del material a través de la zona de proceso, de modo que, cuando se determina a continuación el grado de turbidez o la diferencia entre los grados de turbidez y se comparan con el valor de referencia, no se detecta una desviación o la desviación detectada es menor.

- 5 35. Sistema según la reivindicación 34, donde la unidad de control se configura de manera que la determinación del grado de turbidez o de la diferencia entre los grados de turbidez, la comparación del grado de turbidez determinado o de la diferencia determinada entre los grados de turbidez con el valor de referencia y la posible modificación de la generación de descargas de alto voltaje y/o la alimentación del material a través de la zona de proceso, dependiendo de una desviación detectada, se produce de modo continuo, en particular de modo automatizado, de forma que, en la operación prevista, el grado de turbidez o la diferencia entre los grados de turbidez se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia.
- 10 36. Sistema según una de las realizaciones 34 a 35, donde la unidad de control está adaptada para comparar el grado determinado de turbidez o la diferencia determinada en los grados de turbidez con el valor de referencia, predeterminado por la misma, en particular de modo automatizado, de forma que, al ajustar la generación de las descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de modo que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene un grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, en este estado operativo, se determina el grado de turbidez o la diferencia en los grados de turbidez y se utilizan como valor de referencia para el grado de turbidez o como valor de referencia para la diferencia en los grados de turbidez.
- 15 37. Sistema, en particular según una de las reivindicaciones 33 a 36, para la realización del método de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende:
- 20 a) Una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda con un líquido de proceso en la operación prevista;
- b) Medios para alimentar, en la operación prevista, el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;
- 25 c) Medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos mientras, en la operación prevista, se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento;
- d) Medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso, en la operación prevista, y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos; y
- 30 e) Medios para determinar la resistencia eléctrica entre como mínimo dos de los al menos dos electrodos, entre como mínimo uno de los al menos dos electrodos y al menos un electrodo auxiliar o entre al menos dos electrodos auxiliares antes de producirse las descargas de alto voltaje,
- 35 donde los medios para alimentar el material a través de la zona de proceso, los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o los medios para alimentar y descargar el líquido de proceso a través de la zona de proceso, están diseñados de manera que la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o la alimentación y descarga del líquido de proceso a y desde la zona de proceso se pueden modificar.
- 40 38. Sistema según la reivindicación 37 que comprende además medios para ajustar la distancia entre los al menos dos electrodos.
- 45 39. Sistema según una de las reivindicaciones 37 a 38, donde el sistema comprende una unidad de control con la cual se puede comparar la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia para la resistencia eléctrica y, dependiendo de una desviación detectada de la resistencia eléctrica determinada con relación al valor de referencia, se pueden controlar los medios para alimentar el material a través de la zona de proceso, los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, los medios para alimentar y descargar el líquido de proceso a la zona de proceso y desde la zona de proceso y/o los medios para ajustar la distancia entre los al menos dos electrodos, de manera que se produce un cambio en la alimentación del material a través de la zona de proceso, en la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, en la alimentación y descarga del líquido de proceso a la zona de proceso y desde la zona de proceso y/o en la distancia entre los al menos dos electrodos, de forma que cuando se determina a continuación la resistencia eléctrica entre los electrodos y se compara con el valor de referencia no se detecta ya una desviación o la desviación detectada es menor.
- 55 40. Sistema según la reivindicación 39, donde la unidad de control está diseñada de modo que la determinación de la resistencia eléctrica, la comparación de la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia y el posible cambio de la alimentación del material a través de la zona de proceso, de la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, de la alimentación y

5 descarga del líquido de proceso a la zona de proceso y desde la zona de proceso y/o de la distancia entre los al menos dos electrodos, dependiendo de una desviación detectada, se realizan de modo continuo, en particular de modo automatizado, de manera que, en la operación prevista, la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje se mantiene en un nivel que esencialmente corresponde al valor de referencia o queda dentro de un cierto campo de dispersión alrededor del valor de referencia.

10 41. Sistema según una de las reivindicaciones 39 a 40, donde la unidad de control está adaptada para comparar la resistencia eléctrica determinada con un valor de referencia que ha sido predeterminado por la misma, en particular de modo automatizado, de manera que, cuando se ajustan la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y la alimentación y descarga del líquido de proceso, de manera que el material fragmentado y/o debilitado tenga a la salida de la zona del proceso el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, se determina en este estado operativo la resistencia eléctrica entre los electrodos antes de producirse las descargas de alto voltaje y a continuación se utiliza como valor de referencia para la resistencia eléctrica.

15 42. Sistema, en particular según una de las reivindicaciones 33 a 41, para la realización del método de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 15, que comprende:

20 a) Una zona de proceso entre al menos dos electrodos dispuestos a una distancia relativa entre sí, zona de proceso que se inunda, en la operación prevista, con un líquido de proceso;

b) Medios para alimentar, en la operación prevista, el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso;

25 c) Medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos, en la operación prevista, mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso para su fragmentación y/o debilitamiento; y

d) Medios para determinar datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado a descargar desde la zona de proceso o medios para determinar datos que representan una imagen del material alimentado a la zona de proceso, para la determinación de datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso y para la determinación del grado de fragmentación y/o debilitamiento del material mediante la comparación de los datos determinados que representan la imagen del material alimentado a la zona de proceso con los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso,

35 donde los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso están concebidos de manera que se puede modificar la generación de las descargas de alto voltaje y/o la alimentación del material a través de la zona de proceso.

40 43. Sistema según la reivindicación 42, que comprende además medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso, en la operación prevista, mientras se alimenta el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso y mientras se generan descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos.

45 44. Sistema según una de las reivindicaciones 42 a 43, donde el sistema comprende una unidad mediante la cual se pueden comparar los datos determinados que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado con los datos de referencia para la imagen del material fragmentado y/o debilitado, o mediante la cual se puede comparar el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material con un valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento, y, dependiendo de una desviación detectada entre los datos determinados que representan la imagen y los datos de referencia, o dependiendo de una desviación detectada entre el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material y el valor de referencia, se pueden controlar los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso, de manera que se produce un cambio en la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y/o en la alimentación del material a través de la zona del proceso, de manera que, si se determinan a continuación los datos que representan una imagen del material fragmentado y/o debilitado y se comparan con los datos de referencia, o, cuando se determina a continuación el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material y se comparan con el valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento, no se detecta una desviación o la desviación detectada es menor.

- 5 **45.** Sistema según la reivindicación 44, donde la unidad de control se diseña de forma que la determinación de los datos que representan la imagen del material, la comparación de los datos determinados que representan la imagen con los datos de referencia y el posible cambio en la generación de las descargas de alto voltaje y/o en la alimentación del material a través de la zona de proceso, dependiendo de la desviación detectada, se realizan de manera continua, particularmente de modo automatizado, de forma que, en la operación prevista, los datos que representan la imagen esencialmente corresponden a los datos de referencia o se desvían de los mismos dentro de un determinado campo de dispersión.
- 10 **46.** Sistema según una de las reivindicaciones 44 a 45, donde la unidad de control se adapta para comparar los datos determinados que representan la imagen con los datos de referencia que han sido predeterminados por la misma, en particular de forma automatizada, por lo que, cuando se ajusta la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona del proceso de forma que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, se determinan los datos que representan la imagen del material fragmentado y/o debilitado, en este estado operativo, y se utilizan a continuación como datos de referencia.
- 20 **47.** Sistema según una de las reivindicaciones 44 a 46, donde la unidad de control se diseña de forma que la determinación de los datos que representan las imágenes del material, la determinación del grado de fragmentación y/o debilitamiento del material y la comparación del grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con el valor de referencia y el posible cambio en la generación de las descargas de alto voltaje y/o en la alimentación del material a través de la zona del proceso, dependiendo de una desviación detectada, se producen de modo continuo, particularmente de modo automatizado, de forma que, en la operación prevista, el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material corresponde al valor de referencia o se desvía del mismo dentro de un cierto campo de dispersión.
- 25 **48.** Sistema según una de las reivindicaciones 44 a 47, donde la unidad de control está adaptada para comparar el grado determinado de fragmentación y/o debilitamiento del material con un valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento que ha sido predeterminado por la misma, en particular de modo automatizado, por lo que, cuando se ajustan la generación de descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos y la alimentación del material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso de forma que el material fragmentado y/o debilitado que sale de la zona de proceso tiene el grado deseado de fragmentación o debilitamiento, respectivamente, en este estado operativo, se determinan los datos que representan las imágenes del material y, por tanto, se determina el grado de fragmentación y/o debilitamiento del material, grado de fragmentación y/o debilitamiento del material que se utiliza a continuación como valor de referencia para el grado de fragmentación y/o debilitamiento.
- 30 **49.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 48, donde los medios para generar descargas de alto voltaje entre los al menos dos electrodos se diseñan de manera que, para modificar la generación de descargas de alto voltaje, se puede cambiar la cantidad de energía necesaria para fragmentar o debilitar que es aportada a la zona de proceso por las descargas de alto voltaje, en particular cambiando la frecuencia de las descargas de alto voltaje, el voltaje de las descargas de alto voltaje, la forma de pulso que provocan las descargas de alto voltaje, la energía almacenada por pulso en el generador que carga los al menos dos electrodos, la polaridad de los al menos dos electrodos y/o la distancia entre los al menos dos electrodos.
- 35 **50.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 49, donde los medios para alimentar el material a fragmentar y/o debilitar a través de la zona de proceso se diseñan de modo que, para cambiar la alimentación a través de la zona de proceso, se puede cambiar el tiempo de permanencia del material en la zona de proceso o se puede cambiar la relación entre la cantidad de material y la cantidad de líquido de proceso presente en la zona de proceso.
- 40 **51.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 50, donde los medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso se diseñan de forma que, para cambiar la alimentación y la descarga del líquido de proceso a la zona de proceso y desde la zona de proceso, se puede modificar la cantidad de líquido de proceso alimentada a la zona de proceso y descargada desde la zona de proceso.
- 45 **52.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 51, que comprende además medios para acondicionar el líquido de proceso descargado desde la zona de proceso, de forma que su grado de turbidez y/o su
- 50 **53.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 52, que comprende además medios para controlar el grado de turbidez y/o el grado de contaminación del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso, de forma que su grado de turbidez y/o su
- 55 **54.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 53, que comprende además medios para controlar el grado de turbidez y/o el grado de contaminación del líquido de proceso descargado desde la zona de proceso, de forma que su grado de turbidez y/o su

conductividad eléctrica se reducen, y comprende además medios para retroalimentar parcial o completamente el líquido de proceso acondicionado a la zona de proceso.

- 5
- 53.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 52, donde los medios para alimentar el líquido de proceso a la zona de proceso y para descargar el líquido de proceso desde la zona de proceso se diseñan para alimentar y/o descargar el líquido de proceso de forma ininterrumpida o por intervalos.
- 54.** Sistema según una de las reivindicaciones 33 a 53, donde al menos dos electrodos están dispuestos uno por encima del otro o uno al lado del otro.

Fig.1

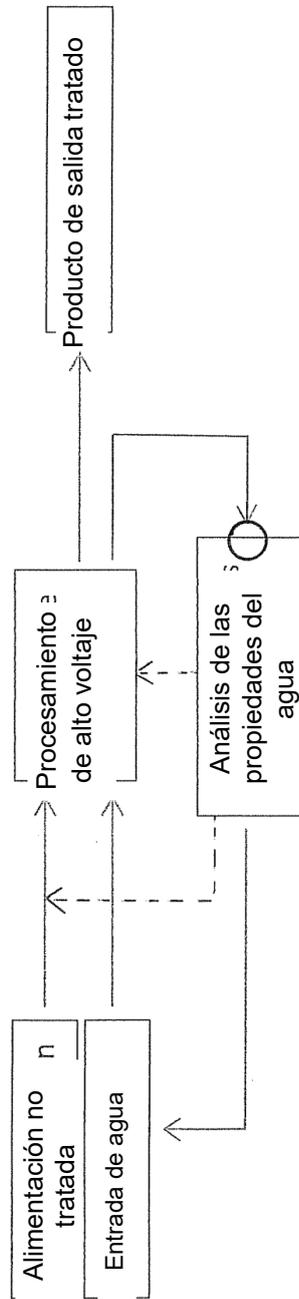


Fig.2

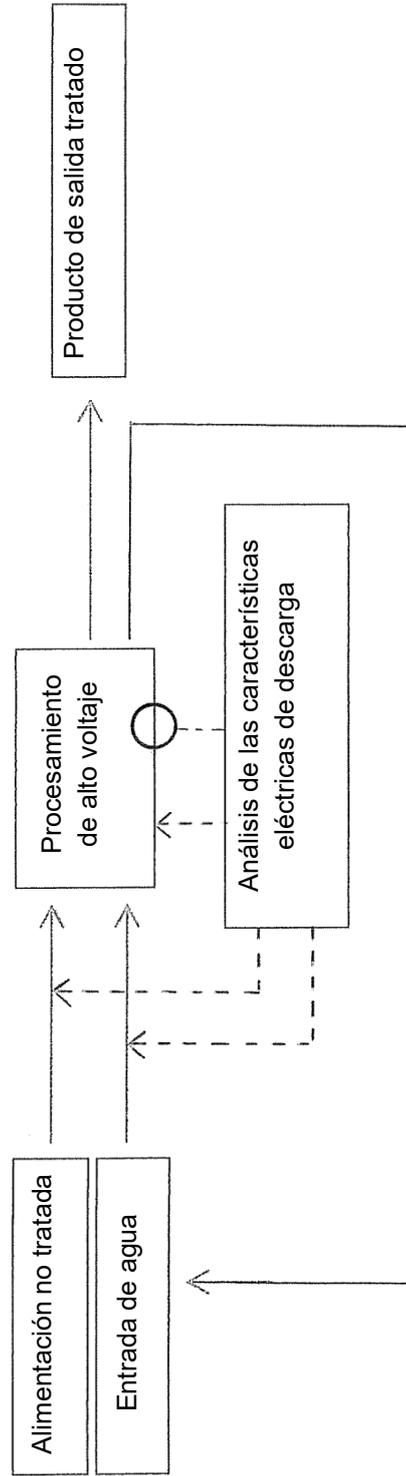


Fig.3

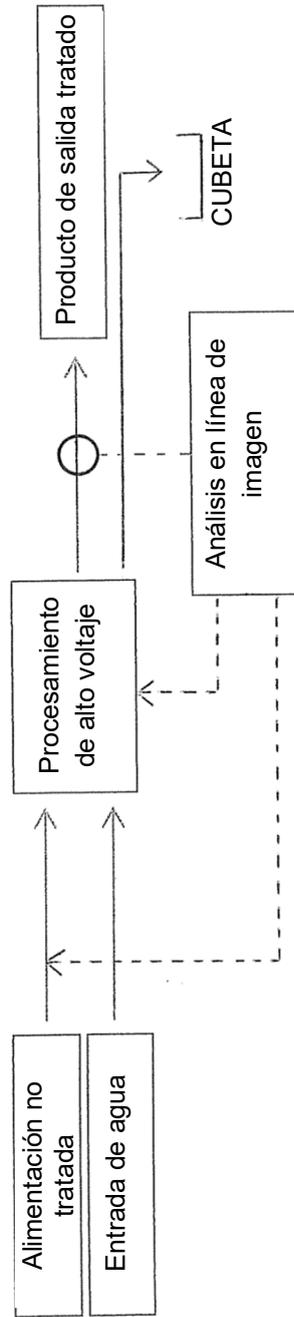


Fig.4

