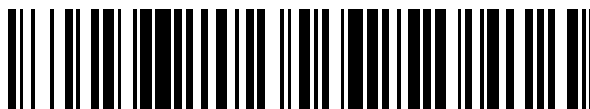


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 544**

51 Int. Cl.:

B02C 17/24 (2006.01)

B02C 17/18 (2006.01)

B02C 25/00 (2006.01)

H02P 1/34 (2006.01)

H02P 25/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2012** **PCT/EP2012/052025**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2012** **WO12110358**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2012** **E 12705629 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018** **EP 2637792**

54 Título: **Sistema de accionamiento para un molino de bolas y procedimiento para la operativa de un molino de bolas**

30 Prioridad:

18.02.2011 DE 102011004416

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

13.08.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

HOLLAND, MAARTEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 678 544 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de accionamiento para un molino de bolas y procedimiento para la operativa de un molino de bolas

La invención hace referencia a un sistema de accionamiento para un molino de bolas y a un procedimiento para la operativa de un molino de bolas.

- 5 Un molino de bolas es un aparato para triturar en grueso, fino y muy fino o para homogeneizar un producto de molienda. El mismo comprende una cámara de molienda, habitualmente formada por una cámara interior de un tambor, que puede hacerse rotar, en el que se tritura el producto de molienda mediante unos cuerpos de molienda. Los molinos de bolas se emplean tanto en la molienda húmeda como en la molienda en seco. Dentro del término molino de bolas entran en particular los molinos de precipitado, molinos de tambor y molinos de tubo. Como cuerpos de molienda se utilizan en los molinos de bolas no solo cuerpos de molienda esféricos, sino también cuerpos de molienda conformados de otra manera, como los cilíndricos, etc.

Los molinos de bolas se emplean por ejemplo en empresas mineras para moler mena. En otras ramas de la industria pueden molerse con ello como productos a moler materiales cerámicos o mezclas de materiales. Por ejemplo en la industria cerámica se emplean molinos de bolas a la hora de producir barbotina en colajes.

- 15 Para este tipo de molinos existen diferentes conceptos de accionamiento. Es conocida la utilización de accionamientos directos sin engranaje en forma de motores anulares. Es más sencilla y económica la operativa de un molino de bolas con ayuda de un motor con rotor de anillo colector.

- 20 Durante la parada de un molino de bolas el producto a moler, de por sí mismo suelto en un principio, puede solidificarse en el molino. Esto sucede por ejemplo cuando el molino se desconecta durante varias horas o días para fines de mantenimiento. El producto de molienda se solidifica posteriormente a la parada y se adhiere a la pared interior del tambor. Una situación de este tipo recibe el nombre de "apelmazamiento" o "carga congelada" (del inglés "frozen charge"). Si al aparecer un apelmazamiento de este tipo se hace rotar de nuevo el tambor del molino de bolas, permanece casi todo el material a moler, incluyendo los cuerpos de molienda añadidos, adherido como si fuera un ente único en estado sólido a la pared del molino y rota como tal desde una posición aproximadamente horizontal. Si el tambor del molino alcanza posteriormente un ángulo de giro crítico, el apelmazamiento, por lo tanto en una posición oblicua crítica, se desprende, normalmente bruscamente, una gran parte del apelmazamiento. A causa de la elevada masa del apelmazamiento que se precipita, el molino de bolas puede resultar gravemente dañado o incluso destruido.

- 30 Para molinos más pequeños, los cuales se accionan normalmente con motores con rotor de anillo colector, se conoce detectar automáticamente un apelmazamiento por ejemplo en forma de un "sistema de arranque de seguridad de molino" (del inglés "mill safety start system") de la empresa SDG Technologies. Mediante el sistema conocido, sin embargo, no puede disolverse el apelmazamiento. Para disolver entonces un apelmazamiento de este tipo es conocido alimentar agua al apelmazamiento y disolver el mismo – incluso con la necesidad de emplear medios mecánicos.

- 35 En el "sistema de arranque de seguridad del molino" conocido se produce por lo tanto solamente una detección o un reconocimiento del estado de "carga congelada", es decir, de la presencia de un apelmazamiento. Una desconexión del molino se produce también automáticamente. Un desprendimiento del apelmazamiento, p.ej. mediante anegación o desprendimiento mecánico, tiene que llevarse a cabo sin embargo asimismo a mano. Después se realiza un re arranque del molino de nuevo también manual.

- 40 Del documento DE 10 2004 015 057 A1 se conoce un procedimiento, en particular para molinos más grades con motor anular, para disgregar un apelmazamiento mediante una activación específica del motor del molino. El procedimiento conocido puede implementarse fácilmente en el caso de un molino con motor anular, ya que aquí solo tiene lugar una programación del regulador del motor. Un regulador correspondiente ya está disponible, al contrario que en los motores con rotor de anillo colector. Un procedimiento de este tipo se conoce p.ej. como producto
- 45 "agitador de carga congelada" (del inglés "frozen charge shaker") de la empresa Siemens. Aquí se trata fundamentalmente solo de una programación de regulación del regulador del motor anular, ya que en el sistema ya está disponible un regulador correspondiente. El motivo de que el sistema conocido para motores anularse no pueda aplicarse en motores con rotor de anillo colector consiste de este modo en que el accionamiento en forma de un motor con rotor de anillo colector sólo está bajo un cierto control, pero no se puede regular. Un movimiento de vaivén o una sacudida del apelmazamiento en el molino, como el que se aplica en procedimientos conocidos, no es por ello posible con accionamientos estándar, es decir, motores con rotor de anillo colector.

El objeto de la presente invención consiste en mejorar un sistema de accionamiento para un molino de bolas accionado por un motor con rotor de anillo colector y en exponer un procedimiento mejorado para la operativa de un molino de bolas de este tipo.

En cuanto al sistema de accionamiento, el objeto es resuelto mediante un sistema de accionamiento conforme a la reivindicación 1 para un molino de bolas, que es accionado por un motor con rotor de anillo colector. Al motor o al sistema conjunto formado por motor y molino está asociado a este respecto una familia de curvas características. La familia de curvas características hace que se relacione, a través de una curva característica, el par motor del motor con una variable característica adicional del motor. Conforme a la invención la familia de curvas características presenta al menos dos diferentes curvas características. Asimismo el sistema de accionamiento presenta un elemento conmutador el cual, con un valor constante de la variable característica, conmuta el sistema de accionamiento de forma brusca entre las dos curvas características.

Las curvas características describen una relación respectiva entre el par motor y otra variable característica, p.ej. el número de revoluciones del motor. Si a continuación se conmuta de forma brusca con un valor constante de esta variable característica, es decir por ejemplo con un número de revoluciones constante, de una curva característica a la otra, al conmutar se produce también un cambio brusco del par motor en el motor o en el tambor del molino de bolas. El motivo de ello es que las curvas características – al menos en el punto de conmutación – no son congruentes, y por ello se diferencian en el par motor con el mismo valor de la variable característica. A partir del cambio brusco de curva característica se produce por ello en el sistema formado por molino, motor y alimentación eléctrica, un impacto mediante un par motor en el tambor del molino de bolas. La conmutación se produce en el caso de una carga o posición de giro adecuada del tambor del molino de bolas, respectivamente con ello de una posición de giro o en conformación oblicua adecuada del apelmazamiento. De este modo puede desprenderse por sacudidas el apelmazamiento desde el tambor del molino de bolas, como en el procedimiento conocido para molinos con motor anular. Con el impacto mediante un par motor se produce por lo tanto una sacudida del tambor del molino, de tal manera que se desprende el apelmazamiento, en donde esto se realiza mediante un cambio brusco con sacudidas entre dos curvas características del motor con rotor de anillo colector y con ello se remueve la carga del molino.

Conforme a la invención esto se consigue mediante la conmutación sencilla de dos curvas características en una familia de curvas características del motor. Al molino de bolas no es necesario añadir de esta forma ningún control y ninguna regulación complejo(a), sino solamente tiene que integrarse en el sistema de accionamiento del molino el elemento conmutador conforme a la invención, que actúa sobre las curvas características – normalmente en unión a una resistencia en paralelo. Además de esto solo es necesario de forma correspondiente implementar dos curvas características en la familia de curvas características, cuyo par motor respectivo se diferencia lo más claramente posible con una variable característica constante, para producir el cambio brusco de par motor antes citado durante la conmutación de la curva característica. Un regado intenso del molino de bolas y una intervención mecánica en el apelmazamiento, para desprender el mismo, ya no son necesarios. Previsiblemente es posible de este modo desprender el apelmazamiento aprox. en un 80% de los casos.

Como ya se ha mencionado, en una forma de realización preferida del sistema de accionamiento la variable característica adicional es el número de revoluciones del motor. Son particularmente habituales las familias de curvas características, que ponen en relación mutua el número de revoluciones y el par motor de un motor con rotor de anillo colector de un molino de bolas.

Normalmente el sistema de accionamiento presenta una línea de alimentación que conduce hasta el motor, la cual alimenta el motor con una corriente de accionamiento. En una forma de realización preferida está conectada entonces en la línea de alimentación – normalmente por lo tanto entre el motor y una resistencia de arranque del rotor – una resistencia que determina las curvas características del motor. El elemento de conmutación es entonces un elemento de conmutación que modifica de forma brusca la resistencia o su valor óhmico de la resistencia. Un elemento de conmutación, que modifique de forma brusca una resistencia o un valor de la resistencia, puede obtenerse de forma particularmente sencilla, p.ej. en forma de contactores de potencia y resistencias fijas conmutables. Mediante la modificación del valor de la resistencia en la línea de alimentación puede modificarse de forma particularmente sencilla la curva característica en la familia de curvas características de un motor.

Normalmente, en cada caso, en la línea de alimentación hacia el motor o el rotor está conectada como resistencia una resistencia de arranque. La misma puede normalmente modificarse y está conformada por ejemplo en forma de un arranque de reostato líquido con contactor de corto-circuito. Se utiliza para poner en marcha el molino con diferentes valores de resistencia o curvas características. Un contactor de corto-circuito para puentear la resistencia de arranque se utiliza para que el mismo durante el funcionamiento habitual del molino de bolas, es decir después de la puesta en marcha o del arranque, se cortocircuite y con ello no se siga cargando. En otras palabras, el motor está conectado directamente a la alimentación eléctrica puentear la resistencia de arranque. Aunque una resistencia de arranque de este tipo es variable, no es intercambiable, por lo que por sí misma, utilizando una resistencia de arranque o una modificación de la misma no es alcanzable el sistema de accionamiento o el procedimiento conforme a la invención. Si bien de esa manera también puede llevarse a cabo una modificación del par motor, no así un cambio brusco de par motor o un impacto mediante un par motor.

En una variante preferida de la forma de realización antes citada el elemento de conmutación está conectado entonces en serie con respecto a la resistencia antes citada. El elemento de conmutación está conectado aquí en paralelo a una resistencia adicional, para puentear la misma dado el caso a modo de un conmutador de cortocircuito.

Por ello es particularmente sencillo cortar la línea de alimentación al motor en serie con respecto a la resistencia de arranque y montar aquí el elemento de conmutación y la resistencia adicional. El elemento de conmutación está conformado entonces de forma particularmente sencilla como el conmutador de cortocircuito que puentea la resistencia adicional conectada en paralelo. Al cerrar el conmutador de cortocircuito solo es efectiva de este modo la resistencia de arranque habitual en el molino de bolas. Mediante la apertura del conmutador de cortocircuito se conecta la resistencia adicional de forma brusca en la línea de alimentación, de tal manera que la resistencia conjunta en la línea de alimentación se modifica de forma brusca y de este modo también se modifica de forma brusca la curva característica en la familia de líneas características con relación a la curva característica de arranque o al grupo de curvas características de arranque, respectivamente se elige una curva característica que difiera de nuevo claramente de la misma. En otras palabras, la conexión de una resistencia adicional entre el rotor y al arranque de reostato líquido produce un cambio brusco con sacudidas a otra curva característica, por ejemplo "más larga", y con ello una liberación del par motor. El sistema de accionamiento contiene conforme a la invención una unidad de control y análisis, que está configurada de tal manera que puede reconocer un apelmazamiento en al molino de bolas y activa el elemento de conmutación en función del reconocimiento de un apelmazamiento. En otras palabras, de este modo mediante la unidad de control y análisis puede realizarse un reconocimiento automático de la aparición de un apelmazamiento así como un accionamiento automático del elemento de conmutación y, de esta forma, un desprendimiento automático del apelmazamiento mediante oscilaciones del tambor del molino de bolas.

En una variante preferida de esta forma de realización la unidad de control y análisis detecta un apelmazamiento en base a una detección de un ángulo de giro del tambor del molino de bolas y de una corriente de accionamiento que alimenta el motor. Debido a que en particular en el caso de un ángulo de giro conocido la corriente de accionamiento, en el caso de un apelmazamiento, difiere claramente de la corriente de accionamiento de un molino de bolas que funcione normalmente, una detección de este tipo de un apelmazamiento puede realizarse de forma particularmente sencilla.

En otras palabras, a un molino de bolas conocido se añaden entonces dos componentes, precisamente una resistencia adicional que puede cortocircuitarse en la línea de alimentación así como un control inteligente correspondiente, el cual puede detectar un apelmazamiento y autorizar el desprendimiento del apelmazamiento p.ej. a partir de una detección del ángulo y de la corriente.

En cuanto al procedimiento, el objeto de la invención se resuelve mediante un procedimiento conforme a la reivindicación 7 para la operativa de un molino de bolas, que está equipado con un sistema de accionamiento citado anteriormente. Conforme a la invención el tambor del molino de bolas se mueve desde su estado de reposo con el uso o la activación de la primera curva característica. Esta curva característica es normalmente la curva característica normal o un grupo de curvas características de arranque del sistema de accionamiento o del molino de bolas. Durante la puesta en marcha del molino de bolas se comprueba si en el mismo existe un apelmazamiento. En este caso el tambor del molino de bolas se traslada o gira desde la posición de reposo hasta un punto tal, que el apelmazamiento se encuentre en una posición oblicua de p.ej. 45° partiendo de su estado de reposo, precisamente un recorrido horizontal del apelmazamiento. En una posición oblicua de este tipo normalmente, es decir en el caso de que no existiese ningún apelmazamiento, el material a moler incluyendo el cuerpo de molienda se movería ya en el interior del molino de bolas, es decir, rodaría hacia abajo en la dirección de la fuerza de gravedad. En una posición oblicua de este tipo se acciona entonces el elemento de conmutación, para conmutar el motor a la segunda curva característica. De este modo se modifica de forma brusca el par motor en el tambor del molino de bolas, de tal manera que el mismo y también el apelmazamiento sufren un impacto mediante un par motor, con lo que normalmente se desprende el apelmazamiento.

En una forma de realización preferida del procedimiento se conmuta en una posición oblicua respectiva del apelmazamiento varias veces de forma brusca, mediante el accionamiento del elemento de conmutación, entre las curvas características. De este modo no solo se produce una sola vez un impacto mediante un par motor, sino un funcionamiento oscilatorio en el tambor del molino de bolas en las mismas o diferentes posiciones oblicuas del apelmazamiento. En otras palabras el elemento de conmutación se opera por lo tanto de tal manera, que mediante la apertura o el cierre por ejemplo del conmutador de cortocircuito antes citado se activa un modo operativo que hace oscilar el tambor del molino de bolas.

En otra forma de realización preferida del procedimiento se monitoriza un apelmazamiento en base a una unidad de control y análisis y, en el caso de determinarse un apelmazamiento, se conmuta automáticamente entre las curvas características mediante el accionamiento del elemento de conmutación. En otras palabras se produce aquí por ejemplo, como se ha explicado anteriormente, un reconocimiento totalmente automático de la presencia de un apelmazamiento durante la puesta en marcha de un molino de bolas así como el desprendimiento automático del apelmazamiento mediante el funcionamiento oscilatorio del tambor del molino de bolas.

De forma particularmente preferida el sistema de accionamiento conforme a la invención se emplea para moler mena. Asimismo es adecuado por ejemplo para molinos de masa, mediante los cuales se producen barbotina en colajes.

Para una descripción adicional de la invención se hace referencia a los ejemplos de realización del dibujo. Aquí muestran, en un croquis de principio esquemático:

la fig. 1 un molino de bolas conforme a la invención con un apelmazamiento durante la puesta en marcha,

la fig. 2 el sistema de accionamiento del molino de bolas de la fig.1,

5 la fig. 3 una curva de puesta en marcha entre el par motor y el número de revoluciones en un molino de bolas sin apelmazamiento,

la fig. 4 una familia de curvas características del molino de bolas de la fig. 1,

la fig. 5 el molino de bolas de la fig. 1 después de un primer impacto mediante un par motor.

10 La fig. 1 muestra un molino de bolas 2, el cual presenta fundamentalmente una carcasa 4 y un tambor 6 montado de forma giratoria en la misma. En el interior del tambor 6 se encuentra el producto a moler, aquí en forma de mena 8. Habitualmente se añaden al producto de molienda unos cuerpos de molienda, los cuales no se han representado aquí sin embargo específicamente. A continuación si se utiliza el término mena, de forma figurada se está refiriendo al añadido, presente en el tambor, de los cuerpos de molienda. El molino de bolas 2 presenta un sistema de accionamiento 10, el cual contiene un motor 12 que acciona el tambor 6. El mismo está conectado a una alimentación eléctrica 16 (véase la fig. 2) a través de una línea de alimentación 14. A través de la línea de alimentación fluye la corriente de accionamiento I del motor 12. El sistema de accionamiento 10 comprende además una resistencia 18 conectada en la línea de alimentación 14 en forma de una resistencia de arranque así como un elemento de conmutación 20, conectado en serie con respecto a la misma en la línea de alimentación 14.

20 La fig. 2 muestra de forma complementaria el sistema de accionamiento 10 de la fig. 1 en detalle con el motor 12 y con la resistencia 18 conectada en la línea de alimentación 14, la cual está configurada como resistencia variable, es decir, como arranque de reostato líquido. La resistencia 18 posee adicionalmente un contactor de corto-circuito K3, que se usa para puentear la resistencia con relación al circuito del rotor, es decir, para conmutarse de forma que sea inefectiva en la línea de alimentación 14. Al motor está asociado además un conmutador principal 22, para conectar o desconectar todo el molino de bolas 2. La estructura explicada hasta ahora en la fig. 2 es la de un molino de bolas 2 normal conocido.

30 Conforme a la invención se ha conectado ahora en el sistema de accionamiento 10, de forma adicional, como elemento de conmutación 20 una resistencia adicional 24 en la línea de alimentación, a la que está conectado en paralelo un contactor de corto-circuito adicional K4, para puentear la resistencia adicional 24 y de este modo desactivarla. En otras palabras, mediante el elemento de conmutación 20 se lleva a cabo la función de oscilación o agitación conforme a la invención para el tambor 6 del molino de bolas 2. El motivo para ello es que mediante la modificación de todo el valor de la resistencia en la línea de alimentación 14 se modifica la curva característica del par motor-número de revoluciones del motor 12. La resistencia adicional 24 está dimensionada para ello de tal manera, que las dos curvas características se diferencian claramente en el par motor con un número de revoluciones dado – al menos en un punto de trabajo. Se puede saltar entre ambas curvas características mediante la apertura o el cierre del contactor de corto-circuito K4.

40 La fig. 3 muestra la llamada curva de puesta en marcha 26 del molino de bolas 2 para un funcionamiento ininterrumpido, es decir, sin la presencia de un apelmazamiento en el tambor 6 del molino de bolas 2. Sobre la ordenada se ha plasmado el par motor M que se produce en el tambor 6 o en el motor 12, porcentualmente con relación a un par motor nominal M_0 con el molino 2 en funcionamiento normal. Este par motor se ajusta a un número de revoluciones nominal D_0 . Sobre la abscisa se ha plasmado el número de revoluciones D con relación al número de revoluciones nominal D_0 del motor 12 del 100%. Una zona B3 de la curva de puesta en marcha 26 muestra por ello el funcionamiento normal del molino de bolas 2 aprox. con un número de revoluciones nominal D_0 y un par motor nominal M_0 . Por el contrario, una zona B1 muestra el par motor de arranque del motor 12 con aprox. un 40% de M_0 durante la puesta en marcha del molino de bolas 2 desde el reposo. La zona B2 muestra además un pico del par motor, el cual conforme a las líneas indicadas puede producirse por ejemplo en un rango de entre el 20% y el 80% del número de revoluciones nominal D, en función del momento de arranque del molino de bolas 2.

50 La fig. 1 muestra a continuación un proceso de arranque del molino de bolas, en donde en un primer instante t_0 el molino 6 está en reposo, por lo cual la mena 8 se encuentra en una posición horizontal o en una posición de reposo R, p.ej. después de una larga situación de parada del molino. En el instante t_0 se activa el sistema de accionamiento 10 mediante el cierre del conmutador principal 22. El contactor de corto-circuito K3 está cerrado, de tal manera que la resistencia 18 es inefectiva. El contactor de corto-circuito K4 está abierto, de tal manera que la resistencia adicional 24 es efectiva. El tambor 6 comienza a hora a girar en el sentido de la flecha 28, por lo que la mena 8 pasa de su posición de reposo horizontal R a una primera posición oblicua S1 en el instante t_1 . El ángulo de giro del

tambor 6 está determinado por el ángulo α , p.ej. referido a la horizontal. La mena 8 todavía no se ha movido a este respecto a causa de la fricción por adherencia interna con relación al tambor 6.

La fig. 1 muestra además el tambor de bolas 2 en un instante todavía posterior t_2 con una posición oblicua S2 adicional más pronunciada de la mena 8. La posición oblicua S2 se obtiene solamente a causa de un apelmazamiento 34 de la mena 8 en el tambor 6. Es decir, también en el instante t_2 la mena 8 todavía no se ha movido con relación al tambor 6. Sin este apelmazamiento correspondiente la mena 8 se encontraría asimismo en el instante t_2 , indicado mediante una línea a trazos 30, solamente en la posición oblicua S1, con lo que con ello se hubiese instalado entre una circulación constante de la mena 8 en el sentido de la flecha 32 y la mena 8 a continuación se hubiese volteado de forma continua y de este modo molido.

La fig. 4 muestra una familia de curvas características 36 del motor 12, en el que sobre la abscisa se ha plasmado el par motor o el momento M y sobre la ordenada el número de revoluciones D del motor 12. Puede verse una llamada curva característica ok, cuando están cerrados ambos contactores de corto-circuito K3, K4. Por lo tanto la misma representa la curva característica pura del motor sin resistencias adicionales en la línea de alimentación 14. También pueden verse unas curvas características 40a-e configuradas como grupo de curvas características, las cuales representan un contactor de corto-circuito abierto K3 y un contactor de corto-circuito cerrado K4. Las diferentes curvas características 40a-e son curvas características para diferentes valores de resistencia de la resistencia de arranque 18 que puede modificarse. Las mismas se usan para poner en marcha el molino de bolas 2. La curva característica 40a es una curva característica de 0,7k, la curva característica 40e una curva característica de 0,9k.

Asimismo puede verse una curvas características 42 de 3k, que es válida cuando están abiertos ambos contactores de corto-circuito K3, 4, es decir, cuando son efectivas en la línea de alimentación 14 tanto la resistencia de arranque 18 como la resistencia adicional 24.

Además de esto se han dibujado en la fig. 4 diferentes estados operativos A a G del molino de bolas 2 en unos puntos de trabajo correspondientes en la familia de curvas características 36.

El funcionamiento del molino de bolas 2 comienza en el estado operativo A, en el que el contactor de corto-circuito K4 está cerrado y el contactor de corto-circuito K3 está abierto. La resistencia de arranque 18 está ajustada de tal manera con relación a su valor de resistencia, que la curva característica 40e está activada. En la transición subsiguiente al estado operativo B – como en el proceso de puesta en marcha normal – se modifica la resistencia 18, de tal manera que se recorren las curvas características 40d a 40a, con lo que el molino de bolas 2 pasa finalmente al estado operativo B, en el que en el instante t_2 se reconoce el apelmazamiento 34 explicado anteriormente.

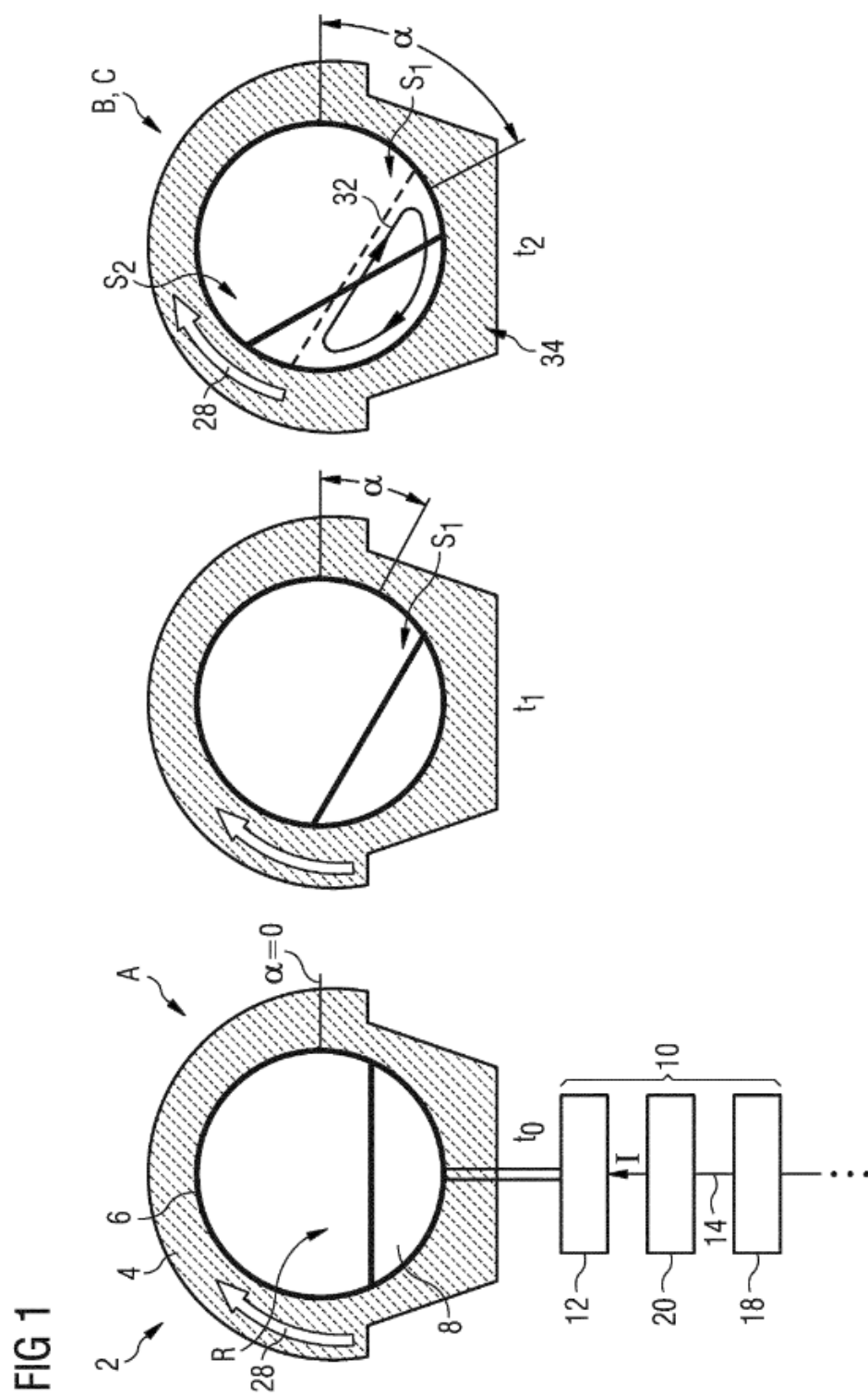
Por este motivo se aplica a continuación el procedimiento conforme a la invención y se abre el contactor de corto-circuito K4. Prácticamente sin un retraso, es decir en el instante t_2 , el molino de bolas 2 pasa por ello al estado operativo C, ya que ahora se ha conmutado de forma brusca a la curva característica 42. Con el número de revoluciones momentáneo D1 del motor 12 tiene lugar por ello un cambio brusco de par motor desde el par motor M1 al par motor más débil M2. De este modo también el tambor 6 sufre una descarga del par motor. Mediante el par motor M2 claramente más débil el molino de bolas 2 finaliza su giro en el sentido de la flecha 28, llega a detenerse y rota de vuelta en contra del sentido de la flecha 28, hasta que conforme a la fig. 5 en el instante t_3 haya regresado a la posición de giro allí mostrada. La fig. 5 muestra con ello en el instante t_3 el estado operativo D. A continuación se cierra de nuevo conforme a la invención el contactor de corto-circuito K4, de tal manera que momentáneamente se produce un retranqueo a la curva característica 40a – conforme a la fig. 4 hasta el punto operativo E. El par motor salta momentáneamente desde el valor M3 al valor M4, tras lo cual el tambor 6 del molino de bolas 2 y en particular la mena 8 en el tambor 6 sufre un impacto mediante un par motor, de tal manera que la misma se afloja. El tambor 6 del molino de bolas 2 finaliza a continuación, a causa del par motor que aumenta mucho, su rotación en contra del sentido de la flecha 28, se detiene y sigue rotando de nuevo en el sentido de la flecha 28, hasta que alcanza de nuevo en el instante t_4 el estado operativo B. Como puede verse en la fig. 5 el apelmazamiento 34 todavía no se ha desprendido, de tal manera que se recorren de nuevo los estados operativos B, C, D, E. En un instante posterior correspondiente el molino de bolas 2 llega de nuevo al estado operativo B, conforme a la fig. 5, desde el estado operativo E. En la fig. 5 se ha indicado aquí a trazos que entretanto la mena 8 se ha desprendido por completo del tambor 6, es decir, que el apelmazamiento 34 ha desaparecido. Se ajusta el funcionamiento de rodadura representado a trazos, indicado mediante la flecha 32 en la posición oblicua S1 de la mena. El estado de puesta en marcha del molino de bolas 2 ha finalizado ahora, de tal manera que la resistencia 18 ha finalizado definitivamente mediante el cierre del contactor de corto-circuito K3. El molino de bolas 2 pasa a continuación al estado operativo G, es decir, al funcionamiento normal.

En una variante de la invención conforme a la fig. 1, el sistema de accionamiento 10 presenta además una unidad de control y análisis 44, la cual detecta tanto un ángulo de giro α como la corriente de accionamiento I del motor 12, desde aquí detecta un apelmazamiento 34 y de forma correspondiente acciona arriba los contactores de corto-circuito K3 y K4, para llevar a cabo automáticamente el procedimiento antes citado.

En lugar de mena el molino puede estar cargado naturalmente también con otro producto de molienda, que tiende a apelmazarse en la pared interior del tambor. Asimismo puede emplearse en principio cualquier molino, que sea accionado por un motor con rotor de anillo colector y presente un tambor giratorio, en el que se formen apelmazamientos, junto con el sistema de accionamiento conforme a la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de accionamiento (10) para un molino de bolas (2), que es accionado por un motor (12) con rotor de anillo colector, en donde al motor se encuentra asociado una familia de curvas características (36) que pone en relación su par motor (M) con una variable característica adicional (D), en el que la familia de curvas características (36) presenta al menos dos diferentes curvas características (40a-e, 42), con un elemento conmutador (20) el cual, con un valor constante de la variable característica (D), conmuta el sistema de accionamiento (10) de forma brusca entre las dos curvas características (40a-e, 42), y con una unidad de control y análisis (44), que reconoce un apelmazamiento (34) en un tambor (6) del molino de bolas (2) y activa el elemento de conmutación (20) en función del reconocimiento del apelmazamiento (34).
2. Sistema de accionamiento (10) según la reivindicación 1, en el que la variable característica adicional (D) es el número de revoluciones del motor (12).
3. Sistema de accionamiento (10) según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta una línea de alimentación (14) que conduce hasta el motor (12), la cual alimenta el mismo con una corriente de accionamiento, y está conectada en la línea de alimentación (14) una resistencia (18, 24) que determina las curvas características (40a-e, 42), en el que el elemento de conmutación (20) es un elemento de conmutación (20) que modifica de forma brusca la resistencia (18, 24).
4. Sistema de accionamiento (10) según la reivindicación 3, en el que la resistencia (18, 24) contiene una resistencia de arranque (18) conectada en la línea de alimentación (14) en serie a una resistencia adicional (24), a la que está conectado el elemento de conmutación (20) en paralelo como un conmutador de cortocircuito (K4) que puentea el mismo.
5. Sistema de accionamiento (10) según una de las reivindicaciones anteriores, con una unidad de control y análisis (44), que reconoce el apelmazamiento (34) en base a una detección de un ángulo de giro (α) del tambor (6) del molino de bolas y una corriente de alimentación (I) que alimenta el motor (12).
6. Procedimiento para la operativa de un molino de bolas (2), con un sistema de accionamiento (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:
 - un tambor (6) del molino de bolas (2) se mueve desde un estado de reposo (R) al activar la primera curva característica (40a-e),
 - en el caso de un apelmazamiento (34) en el tambor (6) del molino de bolas (2), el mismo se traslada hasta un punto tal, que el apelmazamiento (34) se encuentra en una posición oblicua (S1, S2),
 - mediante el accionamiento del elemento de conmutación (20) se conmuta a la segunda curva característica (42).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que en una posición oblicua (S1, S2) respectiva del apelmazamiento se conmuta varias veces mediante el accionamiento del elemento de conmutación (20) entre las curvas características (40a-e, 42).
8. Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, en el que se monitoriza un apelmazamiento (34) en base a una unidad de control y análisis (44) y, en el caso de determinarse un apelmazamiento (34), se conmuta automáticamente entre las curvas características (40a-e, 42) mediante el accionamiento del elemento de conmutación (20).



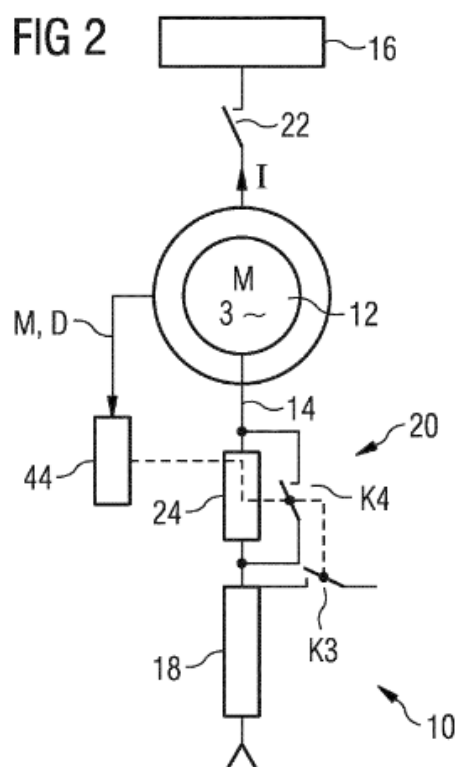


FIG 3

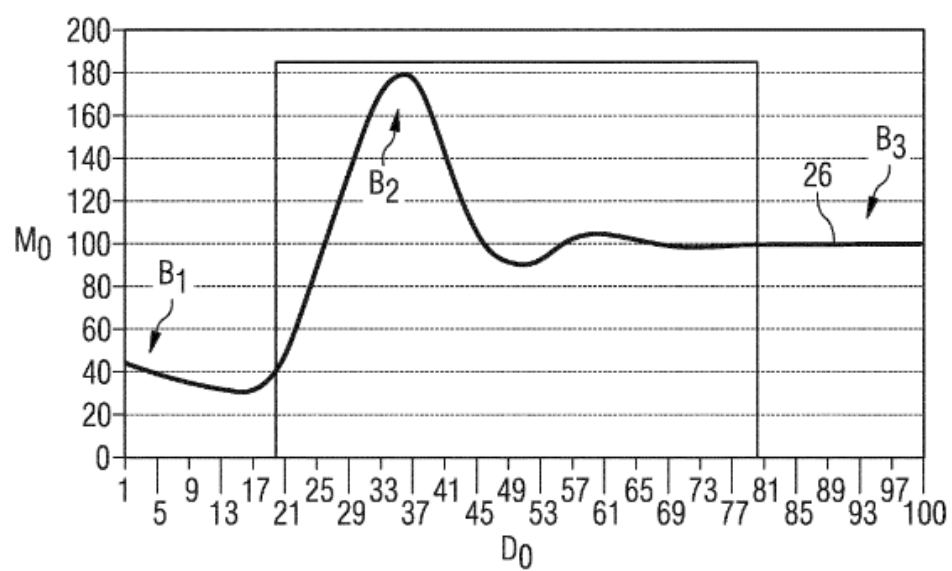


FIG 4

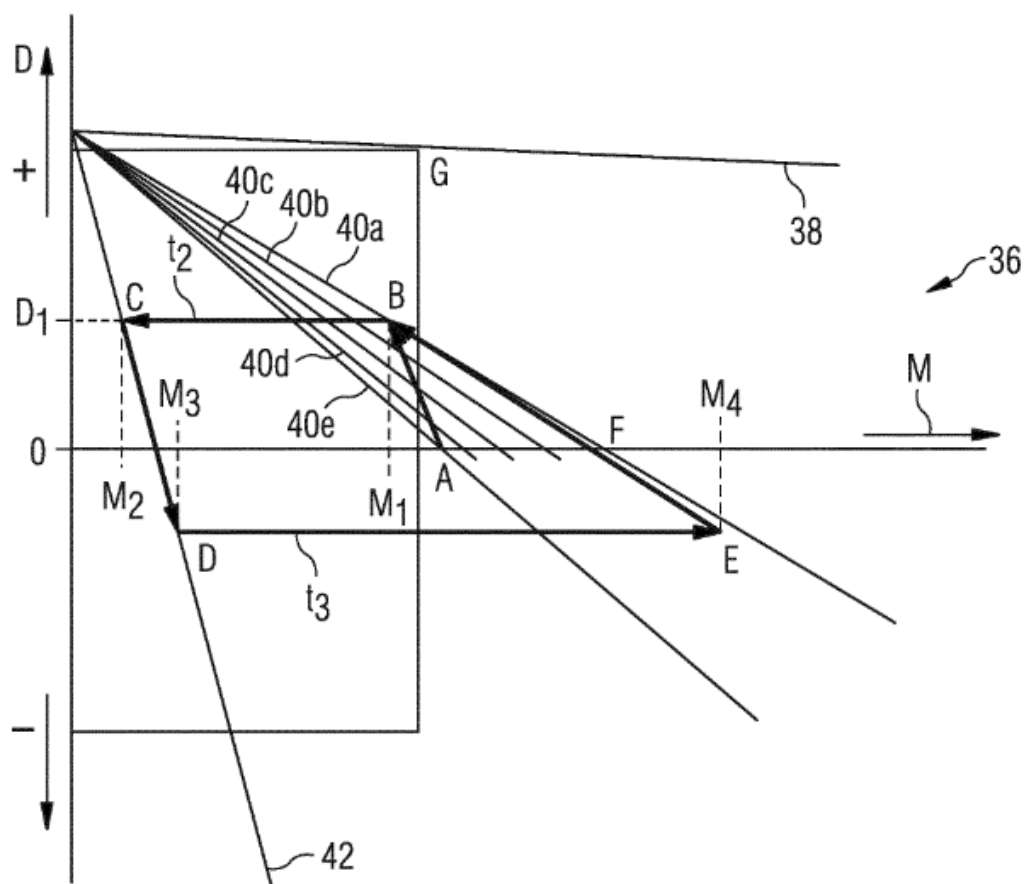


FIG 5

