

REPUBLICA
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-066660-00000-0000

Fecha: 2011-05-30 15:29:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 94

**SUPERINTENDENCIA DELEGADA PARA LA PROPIEDAD
INDUSTRIAL**

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

11-66660



**SOLICITUD DE PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

NÚMERO DE PCT:

PCT/IB2009/054820

PATENTE: SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA
DE CARGA Y UN SISTEMA DE MONITOREO

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL: B02C 17/24
(2006.01), B02C 13/31 (2006.01), B02C 17/18
(2006.01), B02C 23/04 (2006.01), B02C 25/00
(2006.01)

SOLICITANTE: Dorothea van Zyl

DOMICILIO: Sudáfrica.

APODERADO: Marcela ROJAS ROJAS

Bogotá D.C., mayo de 2011

30-05-2011
M. EY



FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA FASE NACIONAL

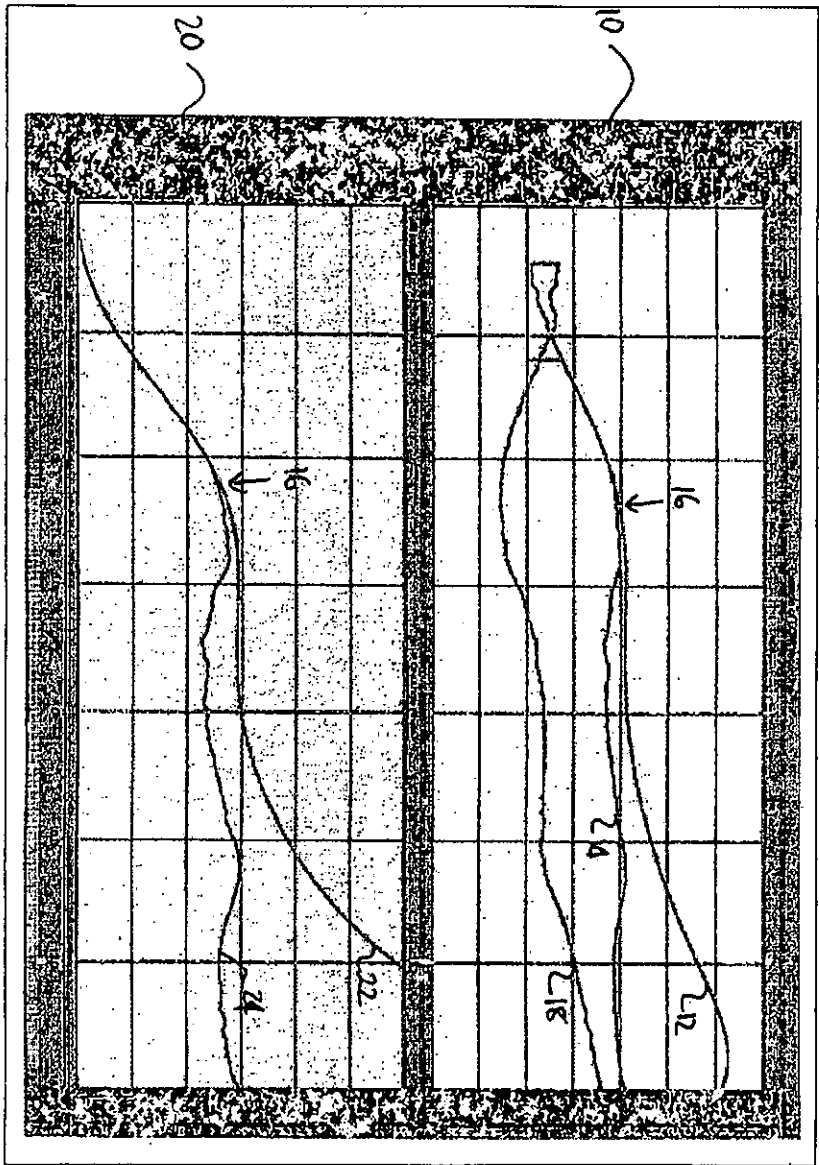
1 SOLICITUD DE: ☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad ☒ Capítulo I. ☐ Capítulo II.			
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: Dorothea van Zyl Dirección: 14 Partridge Avenue, Park extension 1619, Kempton, Sudáfrica. Nacionalidad o Domicilio: Kempton, Sudáfrica. Lugar de Constitución: Sudáfrica Tel: 571- 3230233 Fax: 571- 3230234 E-mail: info@brlatina.com		IDENTIFICACIÓN ☐ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☒ Otro Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Marcela ROJAS ROJAS Dirección: Carrera 13 No. 29 – 21 Oficina 241 Tel: 571- 3230233 Fax: 571- 3230234 Email: info@brlatina.com		IDENTIFICACIÓN ☒ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro Número: 1.032.387.271 T.P: 191426
4 INVENTOR (ES) (72)	Nombre: VAN ZYL, Paul Hendrik Stephanus Dirección: 14 Partridge Avenue, Park extension 1619, Kempton, Sudáfrica. Nacionalidad o Domicilio: Kempton, Sudáfrica		
5	PCT (86) Solicitud Internacional No. PCT/IB2009/054820 Publicación Internacional No. WO/2010/049908	Fecha: Octubre 30 de 2009 Fecha: Mayo 06 de 2010	
6 Título (54): SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE CARGA Y UN SISTEMA DE MONITOREO			
7 Clasificación Internacional (51) IPC: B02C 17/24 (2006.01), B02C 13/31 (2006.01), B02C 17/18 (2006.01), B02C 23/04 (2006.01), B02C 25/00 (2006.01)			
8 Prioridad ☒ SI ☐ NO	(33) País de Origen Sudáfrica.	(32) Fecha Octubre 30 de 2008	(31) Número de solicitud 2008/09300
9 Comprobante de pago No. 11-0051802 Fecha: Mayo 30 de 2011			

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante es persona jurídica
- ☐ Poderes, si fuera el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA)
- ☒ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☐ Otros

11 FIGURA CARACTERÍSTICA:



Solicito la concesión de la patente
12 Nombre: Marcela ROJAS ROJAS

Firma:

C.C. 1.032.387.271
T.P. 191.426

**TITULO: SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE CARGA Y UN
SISTEMA DE MONITOREO**

5

RESUMEN

La invención provee para un sistema de protección contra carga caída, donde el sistema incluye el calcular un ángulo de reposo de una carga de un
10 molino triturador durante el comienzo y el disparo del motor del molino triturador cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permitido. La invención también provee un sistema de control para controlar la torsión aplicada al encender un molino triturador, en donde el sistema incluye, el uso de un ángulo predeterminado de reposo, controlando un
15 ángulo real de reposo de una carga tal que el ángulo real de reposo coincide con el ángulo predeterminado de reposo a través de la manipulación de la torsión del motor y donde el ángulo de reposo es controlado en una manera tal que anima la vuelta de la carga

20

25

30

35

DESCRIPCIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La invención es en el campo de sistemas que están siendo usados para monitorear y proteger molinos de daño causado por cargas caídas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 El inventor esta conciente de que el daño potencial que puede ser causado a un molino cuando una carga se solidifica o se medio-solidifica y cae como una masa sólida en vez de voltear por la rotación del tambor. La carga caída (también conocida como carga congelada / horneada / encerrada o cementada) consiste de mineral extraído, agua y bolas trituradoras que
15 pueden causar daño al tambor y/o el arranque.

Daño al arranque y/o tambor genera tiempo de inactividad del molino y perdía de productividad.

- 20 Sistemas electrónicos que protegen arranques de molinos sin engranajes (GMD) de caídas de carga son conocidos. Aunque GMD son mucho mas caros que molinos con engranajes. El daño potencial a un arranque de engranaje por una caída de carga puede ser un factor contribuyente para que minas elijan un GMD a pesar del desembolso alto de capital.

25

Aun mas, sistemas mecánicos que han prevenido caídas de carga en molinos con engranajes son conocidos. Aunque estos son relativamente mas costosos y generalmente son considerados ser inefectivos.

- 30 RESUMEN DE LA INVENCION

Definiciones para el propósito de interpretar esta especificación:

- El ángulo de reposo es definido por el propósito de la invención como el ángulo entre el vector del eje de rotación del molino hasta el centro de
35 gravedad de la carga y el vector gravitacional.

Según un aspecto de la invención existe una presentación de un sistema de protección contra carga caída, donde el sistema incluye el calcular un ángulo

de reposo de una carga de un molino triturador durante el arranque y dispare al motor del molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permisible.

- 5 El sistema de protección contra carga caída puede incluir representar gráficamente al ángulo calculado de reposo relativo al ángulo de rotación de la concha del molino.

10 El ángulo de reposo de la carga puede ser determinada por la solución de la ecuación diferencial no-lineal de $T = J \alpha + mgr \text{ seno}\theta$, donde,

T es el entrehierro de la torsión aplicada al rotor del motor por el campo eléctrico

- 15 α es la aceleración angular del Molino alrededor del centro de la rotación de la concha del Molino y puede ser determinado por $d/dt(\omega)$. Ω es la velocidad angular de la concha del Molino alrededor del centro de rotación del Molino y puede ser determinado por $d/dt(\varphi)$;

- 20 J es el momento de inercia [kgm²] de toda la masa rotante referenciada al lado de la concha del molino del tren motriz;

m es la masa de la carga;

- 25 g es el constante gravitacional;

- 30 r es el radio del eje de rotación de la concha del Molino hasta el centro de gravedad de la carga y θ es la rotación del centro de gravedad de la carga alrededor del eje de rotación de la concha del Molino que fue definida arriba como el ángulo de reposo. Antes de que la carga ha volteado, se rota con la concha del Molino y $\theta = \varphi$, y donde φ es la posición angular de la concha del Molino alrededor del centro de la rotación de la concha del molino

- 35 La torsión T puede causar aceleración de todas las masas rotantes ($J \alpha$) y, la subida de la carga como un péndulo ($mgr \text{ seno}\theta$)

Tiene que ser observado de esta especificación que el criterio de dispare en la ecuación $T = J \alpha + mgr \text{ seno}\theta$, es el ángulo de reposo (θ). Para poder

solucionar θ , los parámetros del sistema J y m_{gr} tienen que ser determinados y los variables del sistema T y α medidos en tiempo reales o calculados en cantidades medibles de tiempo reales.

- 5 La torsión (T) puede ser calculado usando la formula $T=P/\omega$ donde P es el poder del motor y ω la velocidad angular del motor.

Cualquiera de o mas de uno de θ y/o α y/o ω pueden ser calculados de la corriente rotor del motor del molino en tiempo real, haciendo ambos
10 mediciones instantáneas de P y del uso de encoders rotarios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz innecesario, en el caso del motor de rotor bobinado y si la corriente del rotor es accesible.

La torsión (T) producida por el motor de rotor bobinado puede ser
15 directamente proporcional a la corriente del rotor.

El motor del molino puede incluir un arranque resistente al liquido (LRS) en una serie de bobinadas del rotor de motor.

El LRS puede controlar la corriente del rotor y por ese medio controlar la cantidad de la torsión producido por el motor como la torsión puede ser
20 proporcional a la corriente del rotor

El factor de la potencia (la proporcionar entre potencia real y la potencia aparente) en el circuito del rotor puede ser cerca de unidad (donde unidad=1) y por lo tanto la torsión puede ser determinada por la formula $T=(I/I_{nominal}) T_{nominal}$ donde T es el entrehierro Torsión o T entrehierro, I es la corriente
25 del rotor y $I_{nominal}$ es la corriente nominal del rotor y torsión nominal, producido a potencia nominal.

α puede ser determinada de ω por la diferenciación de $(d/dt(\omega))$

La velocidad de rotación del molino (ω) puede ser determinado por la velocidad del motor (n) y la relación de cambios.

30 La velocidad del motor (n) puede ser calculado de la corriente del rotor usando la formula $n= (f_{sistema} - f_{rotor})/p \times 60$ [rpm], donde $f_{sistema}$ es la frecuencia del sistema (frecuencia de línea), f_{rotor} es la frecuencia de la corriente rotor del motor, y p es el numero de polos pares del motor.

La frecuencia de la corriente del rotor (f_{rotor}) puede ser determinado por la
35 inversión del periodo de un ciclo de ola seno de la corriente del rotor.

El momento de inercia de la masa rotante (J), la carga de la masa (m) y el radio del cetro del eje de rotación del molino hasta el centro de gravedad de la carga (r) puede ser desconocido.

J y mgr pueden ser dependientes de r pero r puede que no sea fácilmente determinable por el estado no-homogéneo de la carga.

J y mgr pueden ser determinado de manera dinámica entre unos pocos grados de la rotación del molino, antes de que la posibilidad de una carga caída exista, para que el sistema pueda empezar a calcular a θ de manera oportuna.

5 Tiene que ser observado de esta especificación que ϕ tiene que ser determinado si va ser utilizado en la calculación de J y mgr. En este periodo antes de que empieza a voltear se sabe que $\theta = \phi$ y por lo tanto θ es conocido.

10 La rotación de la concha del molino ϕ también puede ser determinado por la integración de ω donde la integración de ω es el integral de ω con respecto al tiempo.

A una rotación pequeña de la concha del molino de 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ y $\text{seno}(1^\circ)=0.017$ y la contribución de mgr $\text{seno}(\theta)$ a $T= J\alpha + \text{mgrseno}\theta$ puede ser relativamente pequeño resultando en $T= J\alpha + \text{mgrseno}\theta$ pudiendo simplificar a $T= J\alpha$ y J puede por lo tanto ser calculado de la formula $J=T/\alpha$.

Aunque tiene que ser observado de esta especificación que aunque $\phi = 1^\circ$ fue utilizado, el resultado es igual para cualquier ángulo $\phi = \theta$ suficientemente pequeño que mgr $\text{seno}\theta$ puede ser ignorado de $T= J\alpha + \text{mgrseno}\theta$.

A una rotación de la concha del molino relativamente mas grande, de $\phi = 10^\circ$, la carga puede que aun no ha rotado lo suficiente para voltear, pero $\text{seno}(10^\circ)=0.173$ y la contribución de mgr $\text{seno}\theta$ es por lo tanto 10 veces mas grande en la ecuación $T= J\alpha + \text{mgrseno}\theta$ y no puede seguir siendo ignorado.

25 Por lo tanto mgr puede ser calculado de la ecuación $\text{mgr}= (T- J\alpha)/\text{seno}(10^\circ)$ como ambos el molino y el ángulo de reposo son 10° .

Otra vez debe ser observado que la especificación de la calculacion no es limitada a $\phi = 10^\circ$. El resultado sera igual para cualquier ángulo donde $\phi = \theta$ donde dicho ángulo es suficientemente grande que mgr $\text{seno}\theta$ no puede ser ignorado de $T= J\alpha + \text{mgrseno}\theta$, pero suficientemente pequeño que la carga aún no ha volteado.

Tan pronto que J y mgr han sido calculados, es posible calcular θ , representar gráficamente a θ relativo al ángulo de rotación de la concha del molino (ϕ) y el disparo del motor del molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permisible.

35

El volteo puede haber ocurrido cuando φ deja de igualar θ , y esto puede ser usado como un criterio para determinar si el arranque del molino ha sido seguro y exitoso.

5 El sistema de protección contra carga caída puede continuar a grabar la corriente del rotor después del volteo y facilitar la evaluación de la corriente del rotor y resultando en torsión.

Según otro aspecto de la invención hay presentado un sistema controlando la torsión aplicado al arrancar el molino triturador., donde el sistema incluye el utilizar un ángulo predeterminado de reposo, controlando un ángulo real de
10 reposo de una carga tal que el ángulo real de reposo coincide con el ángulo predeterminado de reposo por la manipulación de la torsión del motor y donde el ángulo de reposo es controlado de tal manera para promover el volteo de la carga.

La torsión puede ser la señal actuante y el ángulo de reposo θ puede ser la
15 señal controlada.

El ángulo de reposo de la carga puede ser determinada por la solución de la ecuación diferencial no lineal de $T = J\alpha + mgr\text{sen}\theta$, donde

T es la torsión entrehierro aplicado al rotor del motor por el campo eléctrico
20 α es la aceleración del molino alrededor del centro de rotación del molino y puede ser determinado por $d/dt(\omega)$. ω es la velocidad angular de la concha del molino alrededor del centro de la rotación de la concha del molino y puede ser determinado por $d/dt(\varphi)$;

25 J es el momento de inercia [kgm^2] de toda la masa rotante referenciada al lado del tren motriz,

m es la masa de la carga

30 g es el constante gravitacional

θ es la rotación del centro de gravedad de la carga alrededor del eje de rotación del molino que fue definida arriba como el ángulo de reposo. Antes de que la carga ha volteado, rota con el molino y $\theta = \varphi$, y donde φ es la
35 posición angular del molino alrededor de su centro de rotación de la concha del molino.

La torsión T puede ser afectado por la aceleración de toda la masas rotantes ($J\alpha$), y, la subida como péndulo de la carga ($mgr\sin\theta$)

Tiene que ser observado de esta especificación que el variable controlado en la ecuación $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ es el ángulo de reposo (θ). Para solucionar

- 5 $T = J\alpha + mgr\sin\theta$, los parámetros del sistema J y mgr tienen que ser determinados y los variables de sistema T y α medidos en tiempo real o calculados de cantidades medibles en tiempo real.

La torsión (T) puede ser calculado usando la formula $T = P / \omega$ donde P es la potencia del motor y ω es la velocidad angular del motor.

- 10 Cualquiera de estos o mas de uno de estos θ y/o α y/o ω pueden ser medidos por el uso de los encoders de los rotatorios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz.

T y cualquiera de o mas de uno de ϕ y/o α y/o ω pueden ser calculados de la corriente rotor del motor del molino en tiempo real, usando ambos la

- 15 medición instantánea de P y el uso de los encoders de los rotatorios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz innecesario, en el caso del motor de rotor bobinado y si la corriente del rotor es accesible.

- 20 La torsión (T) puede ser producida por el rotor de enrollar del motor es directamente proporcional a la corriente del rotor.

El motor del molino incluye un arranque resistente a liquido (LRS) en serie de bobinadas del rotor de motor.

- 25 El LRS puede controlar la corriente del rotor y por este medio controlar la cantidad de torsión producida por el motor como la torsión es proporcional a la corriente del rotor.

El factor de potencia (la proporción entre poder real y potencia aparente) en el circuito del rotor puede ser cerca de la unidad (donde unidad=1) y la torsión puede por lo tanto ser determinado por la formula $T = (I / I_{\text{nominal}}) T_{\text{nominal}}$ donde T es el entrehierro Torsión o T entrehierro, I es la corriente del rotor y I_{nominal} es la corriente nominal del rotor y torsión nominal, producido a potencia nominal.

35

α puede ser determinado de ω por la diferenciación de $d/dt(\omega)$ **La velocidad de rotación del molino** ω puede ser determinado por la velocidad del motor (n) y la relación de cambios.

La velocidad del motor (n) puede ser calculado por la corriente del rotor usando la formula $n = (f_{\text{sistema}} - f_{\text{rotor}})/p \times 60$ [rpm], donde f_{sistema} es la frecuencia del sistema (frecuencia de línea), f_{rotor} es la frecuencia de la corriente rotor del motor, y p es el numero de polos pares del motor.

5

La frecuencia de la corriente del rotor f_{rotor} puede ser determinado por la inversión del periodo de una medición del ciclo ola seno de la corriente del rotor.

- 10 El momento de inercia de todas las masas rotantes (J), la masa de la carga (m) y el radio del centro del eje de rotación del molino hasta el centro de gravedad de la carga (r) pueden ser desconocidos.

- 15 J y mgr pueden ser dependientes en r pero r puede no ser determinable por el estado no homogéneo de la carga.

- 20 J y mgr pueden ser determinados de manera dinámicas entre los primeros grados de la rotación del molino, antes de la posibilidad de que exista una carga ciada, para que el sistema pueda empezar a calcular a θ de manera oportuna.

- 25 Tiene que ser observado de esta especificación que ϕ tiene que ser determinada si va ser utilizada en la calculación de J y mgr . En el periodo antes de volteo se sabe que $\theta = \phi$ y que θ por lo tanto es conocido.

- La rotación de la concha del molino ϕ también puede ser determinado por la integración de ω donde la integración de ω es el integral de ω con respecto a tiempo.

- 30 A una rotación pequeña de la concha del molino de 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ y $\text{seno}(1^\circ) = 0.017$ y la contribución de $mgr \text{seno}(\theta)$ a $T = J \alpha + mgr \text{seno}\theta$ es relativamente pequeño resultando en $T = J \alpha + mgr \text{seno}\theta$ siendo simplificado a $T = J \alpha$ y entonces J puede ser calculado de la formula $J = T/\alpha$.

- 35 Tiene que ser observado que de esta especificación que aunque $\phi = 1^\circ$ fue utilizado, el resultado es lo mismo por cualquier ángulo de $\phi = \theta$ suficientemente pequeño para que $mgr \text{seno}\theta$ puede ser ignorado de $T = J \alpha + mgr \text{seno}\theta$.

A una rotación relativamente mas grande de la concha del molino, de $\varphi = 10^\circ$, la carga puede que aun no haya rotado suficiente para voltear, pero $\text{seno}(10^\circ)=0.173$ y la contribución de $mgr \text{seno}(\theta)$ es por lo tanto 10 veces mas grande en la ecuación $T=J \alpha + mgr \text{seno}\theta$ y ya no puede seguir siendo

5 ignorado.

Entonces mgr puede ser calculado por la ecuación $mgr= (T-J\alpha)/ \text{seno}(10^\circ)$ como ambos el molino y el ángulo de reposo son 10° .

Otra vez debe ser apreciado de la especificación que la calculación no es limitada a $\varphi = 10^\circ$. Este resultado será igual para cualquier ángulo de $\varphi= \theta$ donde dicho ángulo es suficientemente grande para que $mgr \text{seno}\theta$ no pueda ser ignorados de $T= J\alpha + mgr \text{seno}\theta$, pero suficientemente pequeño que la carga aun no ha volteado.

10

Tan pronto que mgr ha sido calculado, es posible calcular la cantidad de torsión (T) necesario para mantener φ al ángulo optimo para que la carga volteee. Al controlar el arranque resistente a liquido, la corriente del rotor pueden ser controladas para aplicar la cantidad correcta de torsión para traer φ a este ángulo optimo.

15

No relacionado a este tema de carga caída, otra ventaja de este sistema es que con un pequeño software algoritmo adicional y sin costo adicional de hardware, la corriente del rotor y por lo tanto la torsión pueden ser controlada de tal manera para eliminar sobre-torsión pasajero y la formación en arco de los electrodos LRS, que es un problema común con la generación corriente de LRSs.

20

El inventor cree que la invención tiene la ventaja de ofrecer un sistema de protección contra caída de carga confiable y satisfactoria para molinos trituradoras que son impulsada por motores de inducción de rotor enrollado. Después, la corriente aun es grabada, y de eso el ingeniero/operador es capaz de evaluar la corriente del rotor y por lo tanto la torsión.

25

Además, el inventor cree que el sistema ofrece una evaluación exacta del desempeño del arranque de resistencia liquida y permite para el control del LRS y la corriente del rotor resultante y por lo tanto la torsión del motor. Sobre-torsiones pasajeros serán causados si el LRS reduce su resistencia de manera muy rápida durante el arranque del motor, causando la corriente del motor que incremente demasiado rápido, con una torsión resultante de una nivel alto no-deseable.

30

35

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS.

La invención será explicada mas a fondo por medio del siguiente ejemplo de trabajo no-limitante y los dibujos del sistema de monitoreo y transmisión de protección contra caída de carga, donde

- Figura 1 muestra las graficas de arranque de un molino triturador en conforme con la invención, y
- Figura 2 es un pantallazo del Interfase Machina Humana que muestra la grafica del ángulo de reposo de la carga (θ) relativo al ángulo de rotación de la concha del molino (ϕ) El pantallazo también muestra una representación grafica de θ y ϕ en una concha simulada del molino.
- Un sistema transmisión de protección contra caída de carga, donde el sistema calcula el ángulo de reposo de la carga del molino triturador durante el arranque, representa gráficamente el ángulo de reposo de la carga relativo al ángulo de rotación del molino y dispara el motor del molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permisible.
- Mediciones de ciertos valores calculados son grabados a una frecuencia de muestra de 1kHz por la duración del arranque del molino.
- El ángulo de reposo de la carga es determinada por la solución de la ecuación diferencial no lineal de $T = J\alpha + mgr \text{seno}\theta$, donde T es el entrehierro de la torsión aplicada al rotor del motor por el campo eléctrico
- α es la aceleración angular del molino alrededor del centro de la rotación de la concha del Molino y puede ser determinado por $d/dt(\omega)$. Ω es la velocidad angular de la concha del Molino alrededor del centro de rotación del Molino y puede ser determinado por $d/dt(\phi)$;
- J es el momento de inercia [kgm^2] de toda la masa rotante referenciada al lado de la concha del molino del tren motriz;
- m es la masa de la carga;

g es el constante gravitacional;

r es el radio del eje de rotación de la concha del Molino hasta el centro de gravedad de la carga y

5

θ es la rotación del centro de gravedad de la carga alrededor del eje de rotación de la concha del Molino que fue definida arriba como el ángulo de reposo. Antes de que la carga ha volteado, se rota con la concha del Molino y $\theta = \varphi$, y donde φ es la posición angular de la concha del Molino alrededor

10 del centro de la rotación de la concha del molino;

La torsión T causa la aceleración de la masas rotantes $J\alpha$, y la subida como péndulo de la carga ($mgsen\theta$)

15 El criterio de dispare en la ecuación $T = J\alpha + mgr \sin\theta$ es el ángulo de reposo $T = \theta$. Para solucionar por θ , los parámetros de sistema J y mgs tienen que ser determinados y los variables de sistema T y α medidos en tiempos reales o calculados en cantidades medibles de tiempo reales.

20 En este ejemplo la torsión (T) no es calculado usando la formula $T = P / \omega$ donde P es la potencia del motor y ω es la velocidad angular del motor.

Tiene que ser observado de este especificación que cualquiera de o mas de uno de θ y/o α y/o ω pueden ser medidos por medio del uso de encoders rotarios, imanes recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna
25 otra parte del tren motriz, pero ninguno es hecho en este ejemplo.

Como en tema de hechos, en este ejemplo T , a , α y ω son calculados de la corriente del rotor del motor del Molino en tiempo real, haciendo ambos la medición instantánea de P y el uso de encoders rotarios, recogedores
30 magnéticos y lo parecido en la vara del motor o en otras partes del tren motriz innecesario en el caso del motor de rotor de enrollar como la corriente del rotor es accesible.

Como el circuito de rotor del moto del molino incluye un arranque resistente al liquido (LRS) en serie de bobinadas del rotor de motor durante el arranque,
35 el factor de potencia del circuito del rotor es cerca de unidad (≈ 1), y por lo tanto la torsión (T) producida por el motor rotor de bobinadas es directamente proporcional a la corriente del rotor.

El factor de potencia (la proporción entre potencia real y la potencia aparente,) en el circuito del rotor es cerca de la unidad (donde unidad =1) y la torsión es por lo tanto determinable por la formula $T=(I/I_{\text{nominal}})T_{\text{nominal}}$ donde T es el entrehierro Torsión o T entrehierro , I es la corriente del rotor y

- 5 I_{nominal} es la corriente nominal del rotor y torsión nominal, producido a potencia nominal.

En este ejemplo de trabajo de la invención, α es determinado de ω por la diferenciación ($d/dt(\omega)$) y la velocidad de rotación del molino (ω) es determinado por la velocidad del motor (n) y la relación de cambios.

- 10 La velocidad del motor (n) es calculado de la corriente rotor utilizando la formula $n= (f_{\text{sistema}} - f_{\text{rotor}})/p \times 60$ [rpm], donde f_{sistema} es la frecuencia del sistema (frecuencia de línea), f_{rotor} es la frecuencia de la corriente rotor del motor, y P es el numero de polos pares del motor. (En el caso del motor del polo 6, $p=3$ y en el caso del motor polo $p=4$)

- 15 La frecuencia de la corriente de rotor del motor (f_{rotor}) es determinado por la inversión del periodo de un ciclo de ola seno medida de la corriente de rotor.

El momento de inercia de todas las masas rotantes (J), la masa de la carga (m) y el radio del centro del eje de rotación del molino hasta el centro de gravedad de la carga (r) son desconocidos en el momento de arranque.

- 20 J y mgr son dependiente en r pero r no puede ser fácilmente determinable por el estado no homogéneo de la carga.

J y mgr son por lo tanto determinados de manera dinámica entre los primeros grados de rotación del molino, antes de que la posibilidad de que exista la carga caída, para que el sistema puede comenzar a calcular θ de manera

- 25 oportuno.

Además, ϕ tiene que ser determinado si va ser utilizado en la calculación de J y mgr. En el periodo antes de voltear es conocido que $\theta = \phi$ y θ es por lo tanto conocido.

La rotación del molino ϕ es determinado por medio de la integración de ω

- 30 donde la integración de ω es tomar el integral de ω con respecto al tiempo.

A una pequeña rotación de la concha del molino de 1° , $\phi= \theta=1^\circ$ y $\sin(1^\circ)=0.017$ y la contribución de $mgr\sin\theta$ es relativamente pequeño, resultando en $T=J\alpha+mgr\sin\theta$ siendo simplificado a $T=J\alpha$ y J por lo tanto es calculado de la formula $J=T/\alpha$. Este ejemplo determina J a $\phi= \theta=1^\circ$.

- 35 Aunque tiene que ser apreciado de la especificación que permiten $\phi=1^\circ$ fue utilizado, el resultado mantiene para cualquier ángulo de $\phi= \theta$ suficientemente pequeño que $mgr\sin\theta$ puede ser ignorado de $T= J\alpha+mgr\sin\theta$.

El En una rotación relativamente mas grande de la concha del molino, de $\varphi = 10^\circ$, la carga puede que aun no haya rotado suficiente para voltear, pero $\text{seno}(10^\circ) = 0.173$ y la contribución de $mgr \text{seno}(\theta)$ es por lo tanto 10 veces mas grande en la ecuación $T = J \alpha + mgr \text{seno}\theta$ y ya no puede seguir siendo

5 ignorado.

Por lo tanto mgr es calculado por la ecuación $mgr = (T - J\alpha) \text{seno}(10^\circ)$ como ambos el ángulo de rotación de la concha del molino φ y el ángulo de reposo θ son 10° , en este ejemplo.

Es otra vez observado de la especificación que la calculación no es limitada a $\varphi = 10^\circ$. El resultado se va mantener por cualquier ángulo de $\varphi = \theta$ donde dicho ángulo es suficiente grande que $mgr \text{seno}\theta$ no puede ser ignorado de $T = J\alpha + mgr \text{seno}\theta$, pero suficientemente pequeño que la carga no se haya volteado.

Tan pronto que J y mgr han sido calculado, es posible calcular θ , representar gráficamente θ relativo al ángulo de la concha del molino (φ) y el disparo del motor del molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede al valor máximo permisible.

Aunque tiene que ser observado de esta especificación que la invención también permite el control del ángulo de la rotación de la concha del molino φ . Para facilitar el volteo de la carga.

También tiene que ser observado de esta especificación que la invención también permite controlar la torsión del motor hasta que el motor esta a máxima velocidad. Controlando por la torsión del motor minimiza el riesgo de sobre-torsión pasajero y fallo mecánico.

Sobre-torsión puede ocurrir en cualquier momento que el LRS no esta presentando suficiente resistencia al circuito del rotor para limitar la corriente rotor (y por lo tanto la torsión) a una valor seguro, aunque en el momento el motor este prendido. Normalmente, para poder evaluar el riesgo de torsiones pasajeras, el ingeniero/operador estudiaría el valor de la corriente rotor durante el arranque.

La siguiente tabla muestra varios valores medidos y calculados durante el arranque del molino triturador.

Values at start-up: - Valores de arranque:

[ms]	Ir1	Iw1	Ib1	Vpp1	Ir2	Iw2	Ib2	Vpp2	T	n	l	Jest	Rot	Tacc	Toob	mgrest	Toob(Rot)	CreAngle	Tumble	r d t
00000	-0.739	-17.582	-0.192	5.119	-16.666	19.619	31.845	-1.551	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00001	-1.057	-18.530	0.446	1.958	-19.531	18.039	32.164	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00002	-0.420	-18.214	0.127	2.274	-19.850	17.723	32.483	-1.551	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00003	-1.057	-16.950	0.127	1.010	-21.442	17.092	32.483	-1.867	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00004	-1.057	-16.318	-0.192	-2.467	-24.943	17.092	33.758	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00005	-0.420	-16.002	-0.192	-2.783	-25.262	15.828	33.439	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00006	-0.420	-16.318	-0.192	-2.151	-24.307	15.512	33.120	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00007	-0.420	-16.634	0.446	-1.835	-23.670	15.828	31.845	-1.867	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00008	-0.420	-16.634	0.446	-1.519	-23.670	14.565	31.526	-2.815	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00009	0.854	-16.318	-0.829	-1.203	-25.262	14.880	31.207	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00010	-3.924	-17.266	0.127	-0.571	-23.033	15.196	31.845	-2.183	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00011	0.854	-17.266	-0.192	1.010	-20.805	15.828	31.526	-1.551	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00012	7.226	-18.214	-0.510	1.010	-17.940	18.039	32.483	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00013	-26.544	-18.846	-0.510	2.590	-16.985	18.039	31.845	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00014	409.598	-18.530	-0.510	5.751	-12.528	19.935	31.526	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00015	667.651	-18.846	0.127	7.332	-12.209	20.251	30.889	-2.183	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00016	498.482	-19.478	-0.510	8.596	-12.528	19.935	30.889	-1.867	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00017	360.217	-18.530	0.446	6.700	-12.846	20.566	32.164	-2.183	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00018	141.987	-18.846	-0.192	5.751	-12.846	20.566	30.889	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00019	-78.792	-19.162	0.127	6.068	-11.254	20.251	31.526	-1.867	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00020	-280.137	-18.530	-0.510	5.435	-12.528	20.566	31.207	-1.867	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00021	-423.818	-18.530	-0.192	2.590	-14.756	19.303	32.164	-0.919	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00022	-535.960	-17.582	-0.192	1.958	-15.074	19.935	31.845	-0.919	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00023	-599.995	-16.950	-0.829	1.010	-16.030	19.619	33.758	-0.602	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00024	-594.579	-16.950	-0.192	-1.519	-19.213	18.671	32.164	-0.602	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00025	-558.579	-15.686	-0.192	-1.835	-20.805	17.723	33.120	-1.235	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5

10

15

20

25

30

35

00026	-485.623	-16.634	-0.192	-2.783	-21.760	17.723	33.439	-1.235	20.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00027	-366.792	-17.266	-0.192	-1.835	-23.033	17.408	32.483	-0.602	20.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00028	-213.871	-16.318	0.127	-1.835	-23.033	16.144	31.207	-1.551	20.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
00029	-30.686	-16.318	-0.510	-1.519	-25.262	16.460	34.077	-0.602	20.000	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

The recording includes some pre-trigger values. It can be seen that only at $t = 12\text{ms}$ the motor is started, and there the current is only 7.2A . As calculated values are still zero. - la grabación incluye algunos valores antes del disparo. Se puede ver que solo a $t = 12\text{ms}$ el motor arranca, y allí la corriente es solo 7.2A . Todo valor calculado sigue siendo cero.

Values around 1° of mill rotation. (Estimation of J is finalized at this point, and therefore calculation of Tacc and Toob may begin. At this stage the angle of rotation θ cannot yet be calculated from $mgr\sin\theta$ because mgr is not known yet, and is set equal to mill rotation $\text{Rot}=\phi$ by the DCPR)

[ms]	Int	Iw1	Ib1	Vpp1	Ir2	Iw2	Ib2	Vpp2	T	n	III	Jest	Rdt	Tacc	Toob	migest	Toob(Rdt)	OreAngle	Tumble	rdt
00867	-542.650	-16.990	0.446	-2.151	-23.033	15.196	32.164	-1.867	21.221	42.705	456.347	2013.124	0.988	0.000	0.000	0.000	0.000	0.988	0.000	1.0.0
00868	-613.694	-16.990	0.127	-2.783	-23.988	15.196	32.164	-1.867	21.221	42.769	456.438	2013.364	0.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.991	0.000	1.0.0
00869	-650.013	-16.950	0.127	-1.519	-22.387	15.878	32.184	-2.183	21.221	42.832	458.528	2013.608	0.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.984	0.000	1.0.0
00870	-620.365	-16.318	0.127	-2.151	-21.442	17.092	33.439	-0.919	21.221	42.895	458.618	2013.855	0.998	0.000	0.000	0.000	0.000	0.998	0.000	1.0.0
00871	-530.544	-15.888	-0.192	-0.887	-19.850	18.355	34.077	-1.235	21.221	42.958	458.707	2014.106	1.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.001	0.000	1.0.0
00872	-403.110	-17.582	1.083	0.694	-16.985	19.619	32.483	-1.887	21.221	43.022	456.798	2014.106	1.004	0.000	0.000	0.000	0.000	1.004	0.000	1.0.0
00873	-214.508	-17.266	-0.192	1.326	-15.393	20.892	32.801	-1.867	21.221	43.085	456.884	2014.106	1.007	0.000	0.000	0.000	0.000	1.007	0.000	1.0.0
00874	-20.491	-17.898	0.127	1.010	-14.438	20.251	32.801	-0.602	21.221	43.148	456.972	2014.106	1.010	13288.542	1172.808	66541.078	0.000	1.010	0.000	1.0.0
00875	129.562	-19.478	-0.192	4.487	-12.209	22.146	33.120	-0.919	21.221	43.210	457.060	2014.106	1.013	13274.087	1190.028	67310.973	0.000	1.013	0.000	1.0.0
00876	317.208	-19.478	-0.192	6.394	-11.573	21.198	31.945	-1.235	21.221	43.273	457.147	2014.106	1.016	13259.818	1207.049	68064.526	0.000	1.016	0.000	1.0.0
00877	485.421	-19.162	0.127	6.700	-12.528	21.514	32.164	-1.551	21.221	43.336	457.233	2014.106	1.019	13245.741	1223.861	68801.393	0.000	1.019	0.000	1.0.0
00878	576.217	-19.162	-0.192	6.394	-15.074	20.596	31.207	-2.499	21.221	43.399	457.319	2014.106	1.022	13231.965	1240.455	69521.268	0.000	1.022	0.000	1.0.0
00879	631.969	-18.530	-0.510	5.435	-17.303	19.935	31.945	-0.919	21.221	43.461	457.404	2014.106	1.025	13218.196	1256.824	70223.882	0.000	1.025	0.000	1.0.0
00880	632.606	-17.582	0.127	4.803	-17.303	19.303	31.526	-0.919	21.221	43.524	457.489	2014.106	1.029	13204.740	1272.962	70909.004	0.000	1.029	0.000	1.0.0
00881	563.474	-18.846	-0.510	4.803	-17.621	18.671	30.889	-1.551	21.221	43.586	457.573	2014.106	1.032	13191.505	1288.861	71578.439	0.000	1.032	0.000	1.0.0
00882	458.978	-17.898	0.764	2.274	-19.213	15.828	30.570	-1.235	21.221	43.649	457.657	2014.106	1.035	13178.494	1304.517	72226.026	0.000	1.035	0.000	1.0.0

Valores alrededor de J de rotación del molino. (El estimado de J es finalizado en este punto, y por lo tanto la
 cálculo de T_{acc} y T_{orb} pueden comenzar. En esta etapa el ángulo de reposo Θ aún no puede ser
 calculado de m_{grsino} porque m_{gr} aún no es conocido, y es determinado como igual a la rotación
 del molino $Rot = \varnothing$ por la DCPR)

Values around 10° of mill rotation. (Estimation of mgr is finalized at this point, and therefore calculation of θ may now start independently from ϕ .)

[ms]	lr1	lr2	lr3	lr4	lr5	lr6	lr7	lr8	lr9	lr10	lr11	lr12	lr13	lr14	lr15	lr16	lr17	lr18	lr19	lr20	lr21	lr22	lr23	lr24	lr25	lr26	lr27	lr28	lr29	lr30	lr31	lr32	lr33	lr34	lr35	lr36	lr37	lr38	lr39	lr40	lr41	lr42	lr43	lr44	lr45	lr46	lr47	lr48	lr49	lr50	lr51	lr52	lr53	lr54	lr55	lr56	lr57	lr58	lr59	lr60	lr61	lr62	lr63	lr64	lr65	lr66	lr67	lr68	lr69	lr70	lr71	lr72	lr73	lr74	lr75	lr76	lr77	lr78	lr79	lr80	lr81	lr82	lr83	lr84	lr85	lr86	lr87	lr88	lr89	lr90	lr91	lr92	lr93	lr94	lr95	lr96	lr97	lr98	lr99	lr100	lr101	lr102	lr103	lr104	lr105	lr106	lr107	lr108	lr109	lr110	lr111	lr112	lr113	lr114	lr115	lr116	lr117	lr118	lr119	lr120	lr121	lr122	lr123	lr124	lr125	lr126	lr127	lr128	lr129	lr130	lr131	lr132	lr133	lr134	lr135	lr136	lr137	lr138	lr139	lr140	lr141	lr142	lr143	lr144	lr145	lr146	lr147	lr148	lr149	lr150	lr151	lr152	lr153	lr154	lr155	lr156	lr157	lr158	lr159	lr160	lr161	lr162	lr163	lr164	lr165	lr166	lr167	lr168	lr169	lr170	lr171	lr172	lr173	lr174	lr175	lr176	lr177	lr178	lr179	lr180	lr181	lr182	lr183	lr184	lr185	lr186	lr187	lr188	lr189	lr190	lr191	lr192	lr193	lr194	lr195	lr196	lr197	lr198	lr199	lr200	lr201	lr202	lr203	lr204	lr205	lr206	lr207	lr208	lr209	lr210	lr211	lr212	lr213	lr214	lr215	lr216	lr217	lr218	lr219	lr220	lr221	lr222	lr223	lr224	lr225	lr226	lr227	lr228	lr229	lr230	lr231	lr232	lr233	lr234	lr235	lr236	lr237	lr238	lr239	lr240	lr241	lr242	lr243	lr244	lr245	lr246	lr247	lr248	lr249	lr250	lr251	lr252	lr253	lr254	lr255	lr256	lr257	lr258	lr259	lr260	lr261	lr262	lr263	lr264	lr265	lr266	lr267	lr268	lr269	lr270	lr271	lr272	lr273	lr274	lr275	lr276	lr277	lr278	lr279	lr280	lr281	lr282	lr283	lr284	lr285	lr286	lr287	lr288	lr289	lr290	lr291	lr292	lr293	lr294	lr295	lr296	lr297	lr298	lr299	lr300	lr301	lr302	lr303	lr304	lr305	lr306	lr307	lr308	lr309	lr310	lr311	lr312	lr313	lr314	lr315	lr316	lr317	lr318	lr319	lr320	lr321	lr322	lr323	lr324	lr325	lr326	lr327	lr328	lr329	lr330	lr331	lr332	lr333	lr334	lr335	lr336	lr337	lr338	lr339	lr340	lr341	lr342	lr343	lr344	lr345	lr346	lr347	lr348	lr349	lr350	lr351	lr352	lr353	lr354	lr355	lr356	lr357	lr358	lr359	lr360	lr361	lr362	lr363	lr364	lr365	lr366	lr367	lr368	lr369	lr370	lr371	lr372	lr373	lr374	lr375	lr376	lr377	lr378	lr379	lr380	lr381	lr382	lr383	lr384	lr385	lr386	lr387	lr388	lr389	lr390	lr391	lr392	lr393	lr394	lr395	lr396	lr397	lr398	lr399	lr400	lr401	lr402	lr403	lr404	lr405	lr406	lr407	lr408	lr409	lr410	lr411	lr412	lr413	lr414	lr415	lr416	lr417	lr418	lr419	lr420	lr421	lr422	lr423	lr424	lr425	lr426	lr427	lr428	lr429	lr430	lr431	lr432	lr433	lr434	lr435	lr436	lr437	lr438	lr439	lr440	lr441	lr442	lr443	lr444	lr445	lr446	lr447	lr448	lr449	lr450	lr451	lr452	lr453	lr454	lr455	lr456	lr457	lr458	lr459	lr460	lr461	lr462	lr463	lr464	lr465	lr466	lr467	lr468	lr469	lr470	lr471	lr472	lr473	lr474	lr475	lr476	lr477	lr478	lr479	lr480	lr481	lr482	lr483	lr484	lr485	lr486	lr487	lr488	lr489	lr490	lr491	lr492	lr493	lr494	lr495	lr496	lr497	lr498	lr499	lr500	lr501	lr502	lr503	lr504	lr505	lr506	lr507	lr508	lr509	lr510	lr511	lr512	lr513	lr514	lr515	lr516	lr517	lr518	lr519	lr520	lr521	lr522	lr523	lr524	lr525	lr526	lr527	lr528	lr529	lr530	lr531	lr532	lr533	lr534	lr535	lr536	lr537	lr538	lr539	lr540	lr541	lr542	lr543	lr544	lr545	lr546	lr547	lr548	lr549	lr550	lr551	lr552	lr553	lr554	lr555	lr556	lr557	lr558	lr559	lr560	lr561	lr562	lr563	lr564	lr565	lr566	lr567	lr568	lr569	lr570	lr571	lr572	lr573	lr574	lr575	lr576	lr577	lr578	lr579	lr580	lr581	lr582	lr583	lr584	lr585	lr586	lr587	lr588	lr589	lr590	lr591	lr592	lr593	lr594	lr595	lr596	lr597	lr598	lr599	lr600	lr601	lr602	lr603	lr604	lr605	lr606	lr607	lr608	lr609	lr610	lr611	lr612	lr613	lr614	lr615	lr616	lr617	lr618	lr619	lr620	lr621	lr622	lr623	lr624	lr625	lr626	lr627	lr628	lr629	lr630	lr631	lr632	lr633	lr634	lr635	lr636	lr637	lr638	lr639	lr640	lr641	lr642	lr643	lr644	lr645	lr646	lr647	lr648	lr649	lr650	lr651	lr652	lr653	lr654	lr655	lr656	lr657	lr658	lr659	lr660	lr661	lr662	lr663	lr664	lr665	lr666	lr667	lr668	lr669	lr670	lr671	lr672	lr673	lr674	lr675	lr676	lr677	lr678	lr679	lr680	lr681	lr682	lr683	lr684	lr685	lr686	lr687	lr688	lr689	lr690	lr691	lr692	lr693	lr694	lr695	lr696	lr697	lr698	lr699	lr700	lr701	lr702	lr703	lr704	lr705	lr706	lr707	lr708	lr709	lr710	lr711	lr712	lr713	lr714	lr715	lr716	lr717	lr718	lr719	lr720	lr721	lr722	lr723	lr724	lr725	lr726	lr727	lr728	lr729	lr730	lr731	lr732	lr733	lr734	lr735	lr736	lr737	lr738	lr739	lr740	lr741	lr742	lr743	lr744	lr745	lr746	lr747	lr748	lr749	lr750	lr751	lr752	lr753	lr754	lr755	lr756	lr757	lr758	lr759	lr760	lr761	lr762	lr763	lr764	lr765	lr766	lr767	lr768	lr769	lr770	lr771	lr772	lr773	lr774	lr775	lr776	lr777	lr778	lr779	lr780	lr781	lr782	lr783	lr784	lr785	lr786	lr787	lr788	lr789	lr790	lr791	lr792	lr793	lr794	lr795	lr796	lr797	lr798	lr799	lr800	lr801	lr802	lr803	lr804	lr805	lr806	lr807	lr808	lr809	lr810	lr811	lr812	lr813	lr814	lr815	lr816	lr817	lr818	lr819	lr820	lr821	lr822	lr823	lr824	lr825	lr826	lr827	lr828	lr829	lr830	lr831	lr832	lr833	lr834	lr835	lr836	lr837	lr838	lr839	lr840	lr841	lr842	lr843	lr844	lr845	lr846	lr847	lr848	lr849	lr850	lr851	lr852	lr853	lr854	lr855	lr856	lr857	lr858	lr859	lr860	lr861	lr862	lr863	lr864	lr865	lr866	lr867	lr868	lr869	lr870	lr871	lr872	lr873	lr874	lr875	lr876	lr877	lr878	lr879	lr880	lr881	lr882	lr883	lr884	lr885	lr886	lr887	lr888	lr889	lr890	lr891	lr892	lr893	lr894	lr895	lr896	lr897	lr898	lr899	lr900	lr901	lr902	lr903	lr904	lr905	lr906	lr907	lr908	lr909	lr910	lr911	lr912	lr913	lr914	lr915	lr916	lr917	lr918	lr919	lr920	lr921	lr922	lr923	lr924	lr925	lr926	lr927	lr928	lr929	lr930	lr931	lr932	lr933	lr934	lr935	lr936	lr937	lr938	lr939	lr940	lr941	lr942	lr943	lr944	lr945	lr946	lr947	lr948	lr949	lr950	lr951	lr952	lr953	lr954	lr955	lr956	lr957	lr958	lr959	lr960	lr961	lr962	lr963	lr964	lr965	lr966	lr967	lr968	lr969	lr970	lr971	lr972	lr973	lr974	lr975	lr976	lr977	lr978	lr979	lr980	lr981	lr982	lr983	lr984	lr985	lr986	lr987	lr988	lr989	lr990	lr991	lr992	lr993	lr994	lr995	lr996	lr997	lr998	lr999	lr1000	lr1001	lr1002	lr1003	lr1004	lr1005	lr1006	lr1007	lr1008	lr1009	lr1010	lr1011	lr1012	lr1013	lr1014	lr1015	lr1016	lr1017	lr1018	lr1019	lr1020	lr1021	lr1022	lr1023	lr1024	lr1025	lr1026	lr1027	lr1028	lr1029	lr1030	lr1031	lr1032	lr1033	lr1034	lr1035	lr1036	lr1037	lr1038	lr1039	lr1040	lr1041	lr1042	lr1043	lr1044	lr1045	lr1046	lr1047	lr1048	lr1049	lr1050	lr1051	lr1052	lr1053	lr1054	lr1055	lr1056	lr1057	lr1058	lr1059	lr1060	lr1061	lr1062	lr1063	lr1064	lr1065	lr1066	lr1067	lr1068	lr1069	lr1070	lr1071	lr1072	lr1073	lr1074	lr1075	lr1076	lr1077	lr1078	lr1079	lr1080	lr1081	lr1082	lr1083	lr1084	lr1085	lr1086	lr1087	lr1088	lr1089	lr1090	lr1091	lr1092	lr1093	lr1094	lr1095	lr1096	lr1097	lr1098	lr1099	lr1100	lr1101	lr1102	lr1103	lr1104	lr1105	lr1106	lr1107	lr1108	lr1109	lr1110	lr1111	lr1112	lr1113	lr1114	lr1115	lr1116	lr1117	lr1118	lr1119	lr1120	lr1121	lr1122	lr1123	lr1124	lr1125	lr1126	lr1127	lr1128	lr1129	lr1130	lr1131	lr1132	lr1133	lr1134	lr1135	lr1136	lr1137	lr1138	lr1139	lr1140	lr1141	lr1142	lr1143	lr1144	lr1145	lr1146	lr1147	lr1148	lr1149	lr1150	lr1151	lr1152	lr1153	lr1154	lr1155	lr1156	lr1157	lr1158	lr1159	lr1160	lr1161	lr1162	lr1163	lr1164	lr1165	lr1166	lr1167	lr1168	lr1169	lr1170	lr1171	lr1172	lr1173	lr1174	lr1175	lr1176	lr1177	lr1178	lr1179	lr1180	lr1181	lr1182	lr1183	lr1184	lr1185	lr1186	lr1187	lr1188	lr1189	lr1190	lr1191	lr1192	lr1193	lr1194	lr1195	lr1196	lr1197	lr1198	lr1199	lr1200	lr1201	lr1202	lr1203	lr1204	lr1205	lr1206	lr1207	lr1208	lr1209	lr1210	lr1211	lr1212	lr1213	lr1214	lr1215	lr1216	lr1217	lr1218	lr1219	lr1220	lr1221	lr1222	lr1223	lr1224	lr1225	lr1226	lr1227	lr1228	lr1229	lr1230	lr1231	lr1232	lr1233	lr1234	lr1235	lr1236	lr1237	lr1238	lr1239	lr1240	lr1241	lr1242	lr1243	lr1244	lr1245	lr1246	lr1247	lr1248	lr1249	lr1250	lr1251	lr1252	lr1253	lr1254	lr1255	lr1256	lr1257	lr1258	lr1259	lr1260	lr1261	lr1262	lr1263	lr1264	lr1265	lr1266	lr1267	lr1268	lr1269	lr1270	lr1271	lr1272	lr1273	lr1274	lr1275	lr1276	lr1277	lr1278	lr1279	lr1280	lr1281	lr1282	lr1283	lr1284	lr1285	lr1286	lr1287	lr1288	lr1289	lr1290	lr1291	lr1292	lr1293	lr1294	lr1295	lr1296	lr1297	lr1298	lr1299	lr1300	lr1301	lr1302	lr1303	lr1304	lr1305	lr1306	lr1307	lr1308	lr1309	lr1310	lr1311	lr1312	lr1313	lr1314	lr1315	lr1316	lr1317	lr1318	lr1319	lr1320	lr1321	lr1322	lr1323	lr1324	
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Values around 12s. By this time the values of θ and ϕ have diverged dramatically, θ still being safely below 30° while the mill shell has already rotated almost 60° .

[ms]	Ir1	Iw1	Ib1	Vpp1	Ir2	Iw2	Ib2	Vpp2	T	n	llj	Jest	Rot	Tacc	Toob	mprest	Toob(Rot)	OneAngle	Tumble	rdt
11990	-1311.075	-16.318	0.127	-1.835	-17.621	18.987	34.077	-1.867	26.203	213.763	1831.718	2014.106	58.434	20944.536	37021.959	85007.107	72429.453	25.818	32.616	1.11
11991	-728.703	-17.582	-0.192	-0.571	-16.030	19.619	34.395	-1.867	26.203	213.863	1831.856	2014.106	58.450	20948.866	37022.042	85007.107	72441.414	25.818	32.631	1.11
11992	-89.305	-16.634	0.446	0.378	-15.711	19.303	33.758	-1.867	26.203	213.962	1831.994	2014.106	58.465	20953.245	37022.036	85007.107	72453.376	25.818	32.647	1.11
11993	542.129	-17.266	1.083	1.642	-16.030	19.619	33.439	-1.867	26.203	214.062	1832.132	2014.106	58.480	20957.680	37021.972	85007.107	72465.338	25.818	32.662	1.11
11994	1146.164	-17.898	0.127	2.906	-15.074	20.882	34.077	-2.499	26.203	214.161	1832.270	2014.106	58.496	20962.177	37021.844	85007.107	72477.300	25.818	32.678	1.11
11995	1704.004	-18.848	0.446	3.855	-16.030	18.355	31.845	-2.815	26.203	214.260	1832.408	2014.106	58.511	20966.744	37021.646	85007.107	72489.263	25.818	32.693	1.11
11996	2128.358	-18.846	0.127	6.068	-15.711	18.671	32.164	-2.499	26.203	214.360	1832.546	2014.106	58.527	20971.386	37021.372	85007.107	72501.226	25.818	32.709	1.11
11997	2440.571	-19.478	0.127	7.018	-16.348	18.987	32.164	-2.499	26.203	214.459	1832.684	2014.106	58.542	20976.106	37021.017	85007.107	72513.189	25.817	32.725	1.11
11998	2621.845	-17.266	0.127	3.855	-15.074	19.303	33.439	-1.867	26.203	214.559	1832.822	2014.106	58.558	20980.910	37020.577	85007.107	72525.153	25.817	32.741	1.11
11999	2640.960	-17.266	0.127	4.803	-16.348	18.987	33.439	-1.551	26.203	214.658	1832.960	2014.106	58.573	20985.799	37020.049	85007.107	72537.116	25.817	32.756	1.11
12000	2510.022	-19.162	0.127	4.487	-16.348	18.039	32.483	-2.815	26.203	214.758	1833.098	2014.106	58.589	20990.778	37019.430	85007.107	72549.080	25.816	32.772	1.11
12001	2225.526	-17.898	0.127	2.274	-18.576	17.723	32.801	-3.448	26.203	214.857	1833.235	2014.106	58.604	20995.847	37018.719	85007.107	72561.045	25.816	32.788	1.11
12002	1833.987	-16.950	-0.192	1.326	-19.213	17.092	33.439	-2.815	26.203	214.957	1833.373	2014.106	58.620	21001.007	37017.914	85007.107	72573.009	25.815	32.804	1.11
12003	1347.190	-17.266	0.127	0.694	-20.168	17.092	32.483	-2.499	26.203	215.057	1833.510	2014.106	58.635	21006.260	37017.014	85007.107	72584.974	25.814	32.821	1.11
12004	768.323	-16.318	0.764	-2.151	-22.397	15.828	33.439	-2.499	26.203	215.156	1833.648	2014.106	58.651	21011.604	37016.018	85007.107	72596.939	25.814	32.837	1.11

Valores alrededor de 12s. En este punto, los valores de θ y ϕ ya han divergido dramáticamente, θ aun siendo ampliamente menor que 30° mientras la cachcha del molino ya ha rotado casi 60° .

El volteo ha ocurrido cuando φ deja de ser igual a θ , y esto puede ser utilizado como criterio para determinar si el arranque del molino ha sido seguro y exitoso.

5

En Figura 1, línea 12 en la grafica 10 es representativo del resultado de la calculación $mgsen\varphi$ y línea 14 es representativo del resultado de la calculación de $mgsen\theta$. Volteo de la carga ha ocurrido al punto en tiempo marcado 16. Línea 18 representa el resultado de la formula $J\alpha$.

10 Grafica 20 en Figura 1 muestra el angula representado gráficamente φ 22 y el ángulo representado gráficamente θ 24.

En el pantallazo mostrado en Figura 2 la grafica 28 muestra la representación grafica del ángulo de reposo de la carga (θ) relativa al ángulo de rotación de la concha del molino (φ). Se puede ver que el ángulo θ relativo al ángulo φ es una línea de 45° antes de que el volteo ha ocurrido.

15

La representación grafica 34 muestra θ 36 y φ 38 en una concha de molino simulada.

20

REIVINDICACIONES MODIFICADAS BAJO EL ARTÍCULO 19 DEL TRATADO PCT

Reivindicación uno: Un sistema de protección contra carga caída, donde el sistema incluye el calcular un ángulo de reposo de una carga de un molino triturador durante el comienzo y el disparo del motor del molino triturador cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permitido, así ayudando a prevenir daño que ocurre al molino triturador cuando la carga que se ha congelada no voltea con la rotación del molino triturador.

10

Reivindicación dos: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 1, donde el sistema incluye la representación grafica del ángulo de reposo relativo al ángulo de rotación de la concha del molino, el ángulo de reposo (θ) de la carga siendo determinada por la solución de la ecuación diferencial no-lineal de $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, y donde T es el torsión del entrehierro aplicado al rotor del motor por el campo de electricidad referenciada al lado de la concha del molino del tren motriz; α es la aceleración angular del molino alrededor del centro de la rotación de la concha del molino y es determinado por $d/dt(\omega)$;

ω es la velocidad angular de la concha del molino alrededor del centro de rotación de la concha del molino y es terminado por $d/dt(\phi)$;

J es el momento de inercia [kgm^2] de toda la masa rotante referenciada al lado de la concha del molino del tren motriz;

m es la masa de la carga;

g es el constante gravitacional;

r es el radio del eje de rotación de la concha del Molino hasta el centro de gravedad de la carga.

Reivindicación tres: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 2, donde $\theta = \phi$ antes de que la carga ha volteado y ~~donde ha rota con la concha del molino y,~~ y donde ϕ es la posición angular de la concha del Molino alrededor del centro de rotación de la concha del molino y donde el ángulo de reposo (θ) es un criterio de disparo.

Reivindicación cuatro: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 2, donde θ es calculado cuando J y mgr han sido calculados, θ es representado en grafica relativo al ángulo de rotación de la

35

concha del molino (φ) y el disparo del motor del molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permitido.

Reivindicación cinco: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 2, donde resolver por θ incluye determinar los
5 parámetros del sistema J y mgr y donde los variables de sistema T y α medidos en tiempo real y/o calculado de cantidades medibles de tiempo real.

Reivindicación seis: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 2, donde T y cualquiera de o mas de uno de φ y/o
10 α y/o ω son calculados de la corriente del rotor del motor en tiempo real, utilizando ambos la medición instantánea del poder del motor (P) y el uso de los encoders de los rotatorios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz innecesario, en el caso del motor
de rotor bobinado y si la corriente del rotor es accesible.

15

Reivindicación siete: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 1, donde el motor del molino incluye arranque resistente a liquido (LRS) en serie de bobinadas del rotor de motor, donde el LRS controla la corriente del rotor y así controla la cantidad de torsión
20 producida por el motor como la torsión es proporcional a la corriente del rotor.

Reivindicación ocho: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en reclamación 2, donde J y mgr son determinados de manera dinámica con los primeros grados de la rotación del molino,

25

Antes de la posibilidad de que una carga caída exista, así facilitando el cálculo oportuno de θ .

Reivindicación nueve: Un sistema de protección contra carga caída como
30 declarado en reclamación 1, donde el sistema de protección contra carga caída incluye un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar un molino triturador por medio de controlar el arranque resistente a liquido, donde el sistema incluye utilizar un ángulo predeterminado de reposo, controlando el ángulo real de reposo de la carga de tal manera que el
35 ángulo de reposo coincide con el ángulo predeterminado de reposo por medio de la manipulación de la torsión del motor y donde el ángulo de reposo es controlado de tal manera que estimule la volteada de la carga.

Claims

1. A dropped charge protection system, wherein the system includes calculating an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle, thereby assisting in preventing damage occurring to the grinding mill from a charge that has frozen that does not tumble with rotation of the grinding mill.

2. A dropped charge protection system as claimed in claim 1, wherein the system includes plotting the calculated angle of repose relative an angle of rotation of the mill shell, the angle of repose (θ) of the charge being determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, and wherein T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field referenced to the mill shell side of the drive train;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill shell and is determined from $d/dt(\omega)$;

ω is the angular speed of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and is determined from $d/dt(\phi)$;

J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill shell side of the drive train;

m is the mass of the charge;

g is the gravitational constant; and

r is the radius from the mill shell's axis of rotation to the centre of gravity of the charge.

3. A dropped charge protection system as claimed in claim 2, wherein $\theta = \phi$ before the charge has tumbled and ~~wherein it rotates with the mill shell and, and~~

AMENDED CLAIMS

wherein ϕ is the angular position of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and wherein the angle of repose (θ) is a tripping criterion.

4. A dropped charge protection system as claimed in claim 2, wherein θ is calculated once J and m_{gr} have been calculated, θ is plotted relative an angle of rotation of the mill shell (ϕ) and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

5. A dropped charge protection system as claimed in claim 2, wherein solving θ , includes determining the system parameters J and m_{gr} and the system variables T and α measured in real time and/or calculated from measurable quantities in real time.

6. A dropped charge protection system as claimed in claim 2, wherein T and any one or more of ϕ and/or α and/or ω are calculated from the rotor current of the mill motor in real time, making use of both the instantaneous measurement of the power of the motor (P) and the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train unnecessary, in the case of a wound-rotor motor and if the rotor current is accessible.

7. A dropped charge protection system as claimed in claim 1, wherein the mill motor includes a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings, wherein the LRS controls the rotor current and thereby controls the amount of torque produced by the motor as the torque is proportional to the rotor current.

8. A dropped charge protection system as claimed in claim 2, wherein J and m_{gr} are determined dynamically within the first few degrees of mill rotation,

AMENDED CLAIMS

before the possibility of a dropped charge exists, thereby facilitating the timeous calculation of θ .

9. A dropped charge protection system as claimed in claim 1, wherein the dropped charge protection system includes a control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill by means of controlling the liquid resistance starter, wherein the system includes using a pre-determined angle of repose, controlling a real angle of repose of a charge such that the real angle of repose coincides with the pre-determined angle of repose through the manipulation of the torque of the motor and wherein the angle of repose is controlled in such a way as to encourage tumbling of the charge.

DIBUJOS

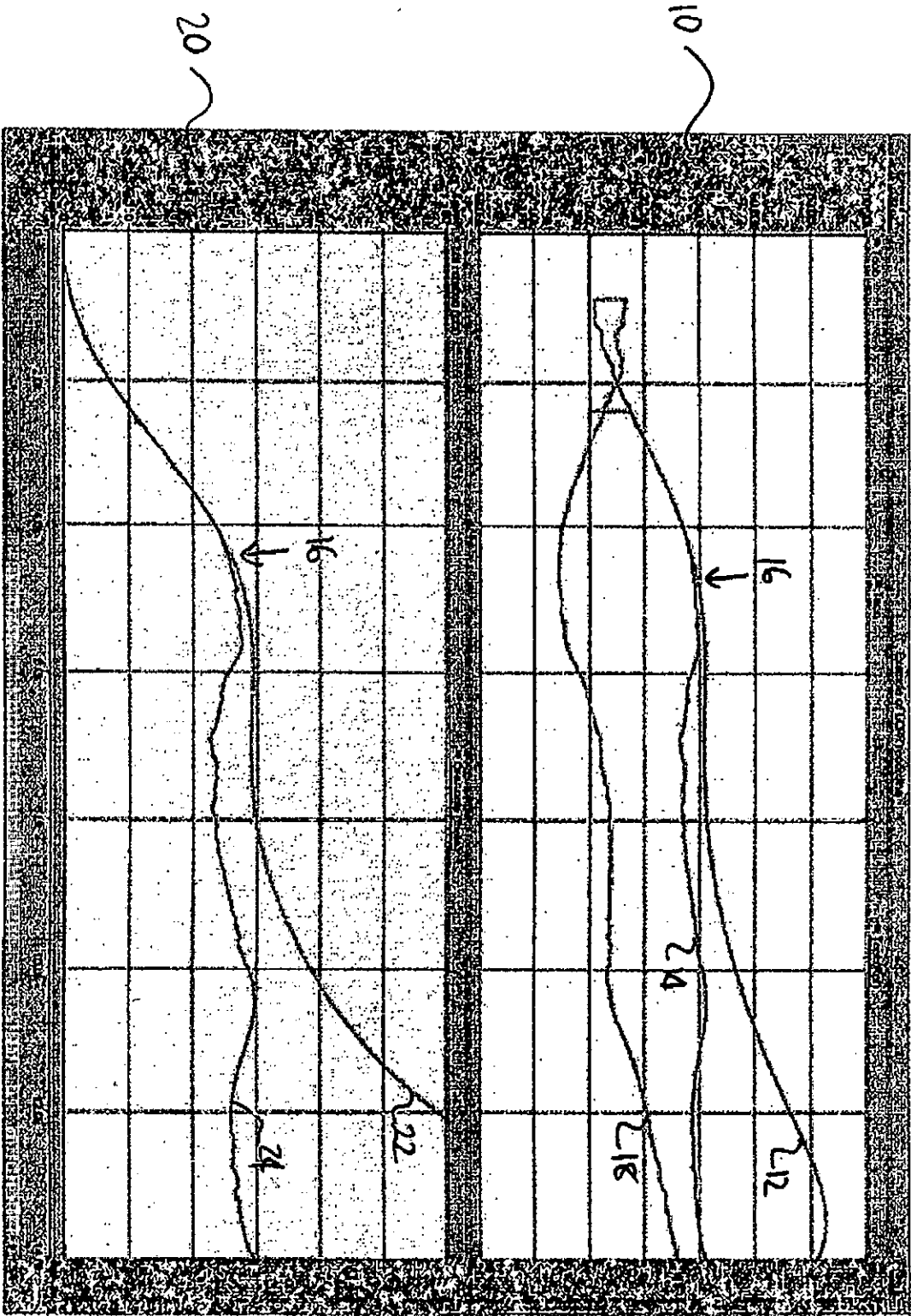


FIGURA 1

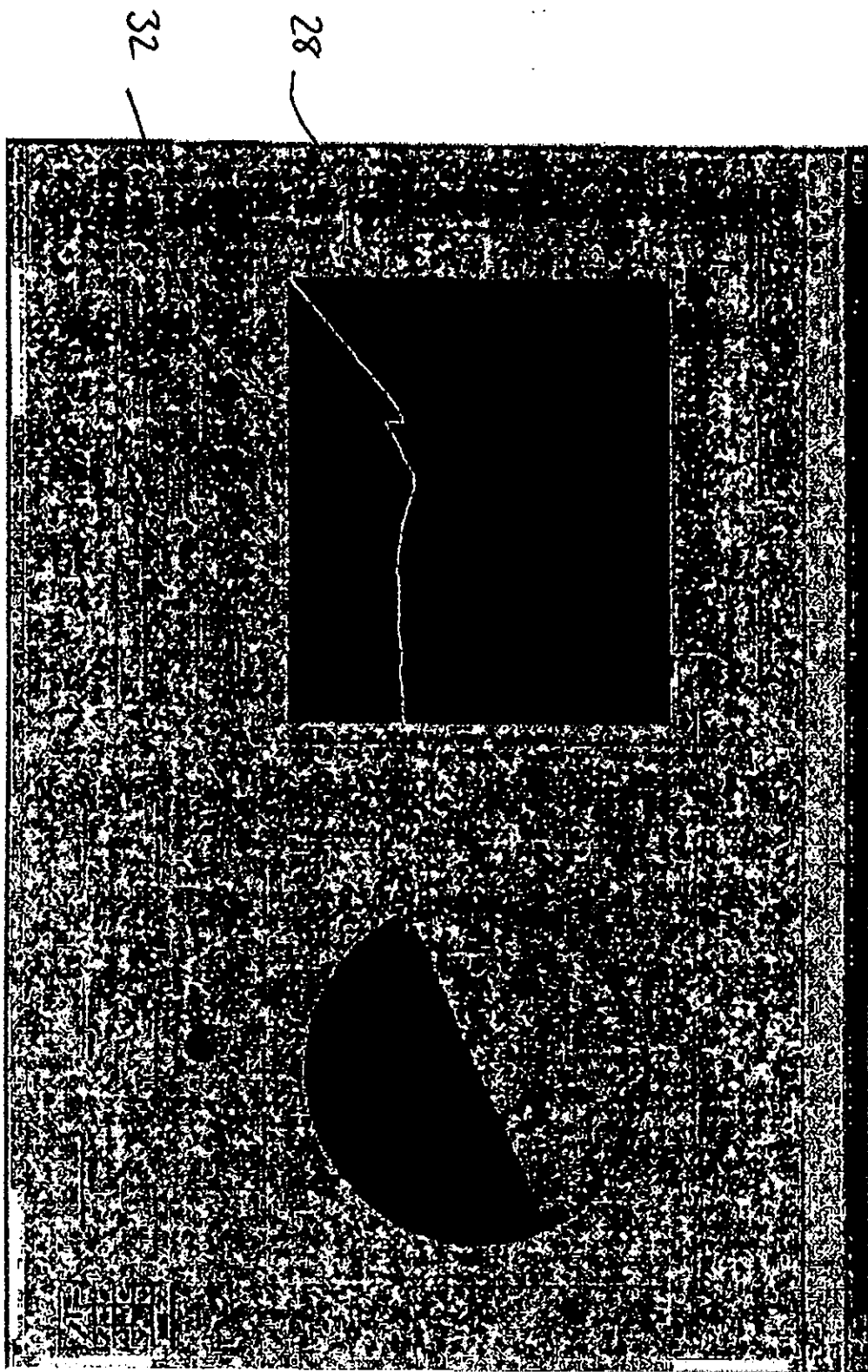


FIGURA 2

REIVINDICACIONES INICIALMENTE PRESENTADAS

5 **Reivindicación uno:** Un sistema de protección contra carga caída, donde el sistema incluye el calcular un ángulo de reposo de una carga de un molino triturador durante el comienzo y el disparo del motor del molino triturador cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permitido.

10 **Reivindicación dos:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en Reivindicación 1, donde el sistema incluye la representación grafica del ángulo de reposo relativo al ángulo de rotación de la concha del molino

15 **Reivindicación tres:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las previas Reivindicaciones donde el ángulo de reposo de la carga es determinado por la solución de la ecuación diferencial no-lineal de $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, y donde

20 T es la torsión del entrehierro aplicado al rotor del motor por el campo de electricidad; donde

α es la aceleración angular del molino alrededor del centro de la rotación de la concha del molino y es determinado por $d/dt(\omega)$; ω es la velocidad angular de la concha del molino alrededor del centro de rotación de la concha del molino y es terminado por $d/dt(\varphi)$;

25

30 **Reivindicación cuatro:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en Reivindicación 3, donde J es el momento de inercia [kgm^2] de toda la masa rotante referenciada al lado de la concha del molino del tren motriz;

30

m es la masa de la carga;

g es el constante gravitacional;

r es el radio del eje de rotación de la concha del molino hasta el centro de gravedad de la carga; y

35

θ es la rotación del centro de gravedad de la carga alrededor del eje de rotación de la concha del molino que es definida como el ángulo de reposo.

Reivindicación cinco: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquiera de las Reivindicaciones 3 a 4, donde $\theta = \varphi$ antes de que la carga ha volteado y donde la concha del molino y donde φ es la posición angular de la concha del molino alrededor del centro de rotación de la concha del molino.

Reivindicación seis: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 5, donde la torsión T causa la aceleración de las masas rotantes ($J \alpha$), y, la subida de la carga como un péndulo ($m g \sin \theta$)

Reivindicación siete: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquiera de las Reivindicaciones previas, donde el criterio de disparo en la ecuación $T = J \alpha + m g \sin \theta$ es el ángulo de reposo (θ)

Reivindicación ocho: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en Reivindicación 7, donde solucionar por (θ), incluye determinar los parámetros del sistema J y $m g r$ y los variables del sistema T y α medidos en tiempo real y/o calculado en cantidades medibles de tiempo real.

Reivindicación nueve: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 8, donde la torsión (T) es calculado usando la formula $T = P / \omega$ donde P es el potencia del motor y ω es la velocidad angular del motor.

Reivindicación diez: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 9, donde cualquiera de o mas de uno de θ y/o α y/o ω es medido por medio del uso de encoders de los rotarios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz

Reivindicación once: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 10, donde T y cualquiera de o mas de uno de φ y/o α y/o ω son calculados por la corriente del rotor del motor del molino en tiempo real, haciendo ambas mediciones instantáneas de P y el uso de encoders de los rotarios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz innecesarias, en el caso del rotor de enrollar del motor si la corriente del rotor es accesible.

Reivindicación doce: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 11, donde la torsión (T) producido por el rotor de enrollar es directamente proporcional a la corriente del rotor.

Reivindicación trece: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones previas, donde el motor del molino incluye un arranque resistente a liquido (LRS) en serie de bobinadas del rotor de motor.

Reivindicación catorce: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en la Reivindicación 13, donde el LRS controla a la corriente del rotor y por ese medio controla la cantidad de torsión producida por el motor como la torsión es proporcional a la corriente del rotor.

Reivindicación quince: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones previas, donde el factor de potencia (la proporción del potencia real al potencia aparente,) en el circuito del rotor es cerca de la unidad (donde unidad = 1) y la torsión es determinado por la formula $T = (I/I_{\text{nominal}}) T_{\text{nominal}}$ donde T es el entrehierro Torsión o T entrehierro, I es la corriente del rotor y I nominal es la corriente nominal del rotor y torsión nominal, producido a potencia nominal.

Reivindicación dieciséis: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 15, donde α es determinada por ω por medio de diferenciación $d/dt(\omega)$.

Reivindicación diecisiete: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 16, donde la velocidad de rotación del molino ω es determinado por la velocidad del motor (n) y la relaciones de cambio.

Reivindicación dieciocho: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en Reivindicación 17, donde la velocidad del motor (n) es calculado de la corriente del rotor usando la formula $n = (f_{\text{sistema}} - f_{\text{rotor}})/p \times 60$ [rpm], donde f_{sistema} es la frecuencia del sistema (frecuencia de línea), f_{rotor} es

la frecuencia de la corriente rotor del motor, y P es el numero de polos pares del motor.

- Reivindicación diecinueve:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en Reivindicación 18, donde la frecuencia de la corriente rotor del motor (f_{rotor}) es determinado al invertir el periodo medido por el ciclo onda sinusoidal de la corriente rotor.

- Reivindicación veinte:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 19, donde el momento de inercia de la masa rotante (J), y la masa de la carga (m) y el radio del centro del eje de rotación del molino al centro de gravedad de la carga (r) es desconocida.

- Reivindicación veintiuno:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 20, donde J y mgr dependen de r pero r no es fácilmente determinable por su estado no-homogéneo de la carga.

- Reivindicación veintidós:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 21, donde J y mgr son determinados de manera dinámica entre los primeros grados de rotación del molino, antes de la posibilidad de que una carga caída exista, para que el sistema empiece a calcular θ de manera oportuna.

- Reivindicación veintitrés:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 22, donde ϕ es determinado si será usado en la calculación de J y mgr .

- Reivindicación veinticuatro:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 23, donde, en el periodo antes de voltear se sabe que $\theta = \phi$ y θ es por lo tanto conocido.

- Reivindicación veinticinco:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 24, donde la rotación de la concha del molino ϕ es determinado por la integración de ω donde la integración de ω es el integral de ω con respecto a tiempo.

Reivindicación veintiséis: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 25, donde a una pequeña rotación de la concha del molino de 1° , $\varphi = \theta = 1^\circ$ y $\sin(1^\circ) = 0.017$ y la contribución de $mgr \sin \theta$ es relativamente pequeño, resultando en

- 5 $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ siendo simplificado a $T = J\alpha$ y J por lo tanto es calculado de la formula $J = T / \alpha$.

Reivindicación veintisiete: Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 26, donde **st (es?)**

- 10 una relativamente mas grande rotación de concha de molino, de $\varphi = 10^\circ$, y la carga no ha sido aun rotadaza suficientemente para voltear, pero $\sin(10^\circ) = 0.173$ y la contribución de $mgr \sin \theta$ es 10 veces mas grande en la ecuación $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ y deja de ser negable.

- 15 **Reivindicación veintiocho:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 27, donde mgr es calculado de la ecuación $mgr + (T - J\alpha) / (\sin 10^\circ)$ igual el molino y el ángulo de reposo son 10° .

- 20 **Reivindicación veintinueve:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 28, donde es posible calcular θ ya cuando J y mgr han sido calculados, representar gráficamente θ relativo al ángulo de rotación de la concha del molino (φ) y disparar del motor del Molino cuando el ángulo de reposo de la carga excede
25 el ángulo máximo permisible.

- Reivindicación treinta:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones 3 a 29, donde el volteo habrá ocurrido cuando φ deja de ser igual a θ , y esto es usado como criterio para
30 determinar si comenzar el molino ha sido seguro y exitoso.

- Reivindicación treinta y uno:** Un sistema de protección contra carga caída como declarado en cualquier de las Reivindicaciones previas, donde el sistema de protección contra carga caída continua gravar la corriente del
35 rotor después del volteo y facilita la evaluación de la corriente del rotor y la torsión resultante.

Reivindicación treinta y dos: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador, donde el sistema incluye el uso de un ángulo predeterminado de reposo, controlando el ángulo real de reposo de la carga tal que el ángulo real de reposo coincide con el ángulo predeterminado de reposo por medio de la manipulación de la torsión del motor y donde el ángulo de reposo es controlado de tal manera para incentivar el volteo de la carga.

Reivindicación treinta y tres: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en la Reivindicación 32, donde la torsión es el señal de actuación y el ángulo de reposo θ es el señal controlada.

Reivindicación treinta y cuatro: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 32 a 33, donde el ángulo de reposo de la carga es determinada por la solución de la ecuación diferencial no-lineal de $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, donde T es la torsión entrehierro aplicada al rotor del motor por el campo eléctrico.

α es la aceleración angular del Molino alrededor del centro de rotación del Molino y es determinado de $d/dt(\omega)$ y ω es la velocidad angular de la concha del molino alrededor del centro de rotación de la concha del molino y es determinado de $d/dt(\varphi)$.

Reivindicación treinta y cinco: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en la Reivindicación 34, donde J es el momento de inercia [kgm^2] de toda la masa rotante referenciada al lado del molino del tren motriz, m es la masa de la carga, f es el constante de gravitacional, r el radio del eje de rotación del molino al centro de gravedad de la carga, y θ es la rotación del centro de gravedad de la carga alrededor del eje de rotación del molino que fue definido arriba como el ángulo de reposo.

Reivindicación treinta y seis: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 35, donde antes de voltear la carga, la

carga rota con el molino a $\theta = \varphi$, y donde φ es la posición angular del molino alrededor del centro de la rotación de la concha del molino.

- Reivindicación treinta y siete:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 36, donde la torsión T afecta la aceleración de las masas rotantes ($J\alpha$), y, la subida de la carga como un péndulo ($mgr\text{seno } \theta$).
- 5
- Reivindicación treinta y ocho:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 37, donde el variable controlado en la ecuación $T = J\alpha + mgr\text{seno } \theta$ es el ángulo de reposo (θ).
- 10
- Reivindicación treinta y nueve:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 38, donde solucionar por θ , requiere la determinación de parámetros del sistema J y mgr y el sistema de variables T y α , medido en tiempo real y/o calculado en cantidades medibles de tiempo real.
- 15
- 20

Reivindicación cuarenta: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 39, donde la torsión (T) es calculado usando la formula $T = P / \omega$ donde P es la potencia del motor y ω es la velocidad angular del motor.

25

Reivindicación cuarenta y uno: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 40, donde cualquier de o mas de uno de θ , y/o α y/o ω son medidos por el uso de encoders rotarios, imán recogedores y lo parecido en la vara del motor o en alguna otra parte del tren motriz

30

35

Reivindicación cuarenta y dos: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 41, donde T y cualquier de o mas de

uno de θ , y/o α y/o ω son calculados de la corriente del rotor del motor del molino en tiempo real.

- Reivindicación cuarenta y tres:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 42, la torsión (T) producida por el rotor de enrollar del motor es directamente proporcional a la corriente del rotor.

- Reivindicación cuarenta y cuatro:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 43, donde el motor del molino incluye un arranque resistente a liquido (LRS) en serie de bobinadas del rotor de motor.

- Reivindicación cuarenta y cinco:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 44, donde el LRS controla la corriente del rotor y por ese medio la cantidad de la torsión producida por el motor como es que la torsión es proporcional a la corriente del rotor.

20

- Reivindicación cuarenta y seis:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 45, donde el factor de potencia (la proporción de la potencia real a la potencia aparente,) en el circuito del rotor puede ser cerca de la unidad (donde unidad=1) y la torsión es por este medio determinado por la formula $T = (I/I_{\text{nominal}}) T_{\text{nominal}}$ donde T es el entrehierro Torsión o T entrehierro, I es la corriente del rotor y I_{nominal} es la corriente nominal del rotor y torsión nominal, producido a potencia nominal.

- Reivindicación cuarenta y siete:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 46, donde α es determinado por ω por la diferenciación de $d/dt(\omega)$.

- Reivindicación cuarenta y ocho:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 47, donde la velocidad de rotación del

molino (ω) es determinado por la velocidad del motor (n) y la relaciones de cambio.

Reivindicación cuarenta y nueve: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 48, donde la velocidad del motor (n) es calculado por la corriente del rotor usando la formula $n = (f_{\text{sistema}} - f_{\text{rotor}}) / p \times 60$ [rpm], donde f_{sistema} es la frecuencia del sistema (frecuencia de línea), f_{rotor} es la frecuencia de la corriente rotor del motor, y p es el numero de polos pares del motor.

Reivindicación cincuenta: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 49, donde la frecuencia de la corriente del rotor del motor (f_{rotor} es determinado por la inversión del periodo del ciclo onda sinusoidal de la corriente rotor.

Reivindicación cincuenta y uno: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 50, donde el momento de inercia de la masa rotante (J), y la masa de la carga (m) y el radio del centro del eje de rotación del molino hasta el centro de gravedad de la carga (r) es desconocida.

Reivindicación cincuenta y dos: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 51, donde J y mgr dependen de r pero r no es fácilmente determinable por el estado no-homogéneo de la carga.

Reivindicación cincuenta y tres: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 52, donde J y mgr son determinados de manera dinámicas entre los primeros grados de la rotación del molino, antes de la posibilidad de que exista una carga ciada, para que el sistema pueda empezar a calcular a θ de manera oportuna.

Reivindicación cincuenta y cuatro: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en

cualquier de las Reivindicaciones 34 a 53, donde tiene que ser apreciado desde la especificación que φ tiene que ser determinado si va ser usado en la calculación de J y mgr y en ese periodo antes del volteo es conocido que $\theta = \varphi$ y θ es por lo tanto conocido.

5

Reivindicación cincuenta y cinco: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 54, donde la rotación de la concha del molino θ es también determinable por la integración de ω donde la

10 integración de ω es tomar el integral de ω con respecto al tiempo.

Reivindicación cincuenta y seis: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 55, donde a una rotación pequeña de

15 la concha del molino de 1° , $\varphi = \theta = 1^\circ$ y $\text{seno}(1^\circ) = 0.017$ y la contribución de $mgr \text{seno}(\theta)$ a $T = J\alpha + mgr \text{seno}\theta$ es relativamente pequeño resultando en $T = J\alpha + mgr \text{seno}\theta$ siendo simplificado a $T = J\alpha$ y entonces J puede ser calculado de la formula $J = T/\alpha$.

20 **Reivindicación cincuenta y siete:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 34 a 56, donde en una rotación relativamente mas grande de la concha del molino, de $\varphi = 10^\circ$, la carga puede que aun no haya rotado suficiente para voltear, pero $\text{seno}(10^\circ) = 0.173$

25 y la contribución de $mgr \text{seno}(\theta)$ es por lo tanto 10 veces mas grande en la ecuación $T = J\alpha + mgr \text{seno}\theta$ y ya no puede seguir siendo ignorado.

Reivindicación cincuenta y ocho: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en

30 Reivindicaciones 57, donde mgr es calculado de la ecuación $mgr = (T - J\alpha) / \text{seno}(10^\circ)$, como ambos el Molino y el ángulo de reposo son 10° .

Reivindicación cincuenta y nueve: Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en

35 cualquier de las Reivindicaciones 34 a 58, donde la calculación de mgr permite la calculación de la cantidad de torsión (T) necesaria par mantener φ en un ángulo optimo para que la carga volteee.

- Reivindicación sesenta:** Un sistema de control para controlar la torsión aplicada para comenzar el molino triturador como declarada en cualquier de las Reivindicaciones 32 a 59, donde controlando por el arranque resistente a liquido, permite que la corriente del rotor sea controlada, y por este medio
- 5 aplicar la cantidad de torsión para llevar φ a su ángulo optimo.

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
6 May 2010 (06.05.2010)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2010/049908 A2

(51) International Patent Classification:

B02C 17/24 (2006.01) **B02C 25/00** (2006.01)
B02C 17/18 (2006.01) **B02C 13/31** (2006.01)
B02C 23/04 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/IB2009/054820

(22) International Filing Date:

30 October 2009 (30.10.2009)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

2008/09300 30 October 2008 (30.10.2008) ZA

(71) Applicant (for all designated States except US): **VAN ZYL, Dorothea** [ZA/ZA]; 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): **VAN ZYL, Paul Hendrik Stephanus** [ZA/ZA]; 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA).(74) Agent: **GREGORY, Samantha**; PO Box 268, Groenkloof, 0027 Pretoria (ZA).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: A DROPPED CHARGE PROTECTION SYSTEM AND A MONITORING SYSTEM

(57) Abstract: The invention provides for a dropped charge protection system, wherein the system includes calculating an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle. The invention also provides for a control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill, wherein the system includes using a pre-determined angle of repose, controlling a real angle of repose of a charge such that the real angle of repose coincides with the pre-determined angle of repose through the manipulation of the torque of the motor and wherein the angle of repose is controlled in such a way as to encourage tumbling of the charge.

WO 2010/049908 A2

A DROPPED CHARGE PROTECTION SYSTEM AND A MONITORING SYSTEM

Field of the invention

The invention is in the field of systems that are used to monitor and protect mills from damage caused by dropped charges.

Background to the invention

The inventor is aware of the potential damage that may be caused to a mill when a charge becomes solidified or semi-solidified and drops as a solid mass instead of tumbling through the rotation of the drum. The dropped charge (also known as a frozen / baked / locked or cemented charge) consists of the mined ore, water and grinding balls and may cause damage to the drum and/or the drive.

Damage to the drive and/or the drum leads to down time of the mill and production loss.

Electronic systems that protect gearless mill drives (GMD) from dropped charges are known. GMD are however significantly more expensive than geared mills. The potential damage to a geared drive by a dropped charge may be a contributing factor for mines opting for a GMD despite the high capital outlay.

Moreover, mechanical systems that prevent dropped charges in geared mills are known. These are however relatively costly and are generally thought to be ineffective.

The inventor believes that a need exists for a dropped charge protection system that can be used effectively in a geared mill arrangement.

Summary of the invention

Definitions for purpose of interpreting this specification:

The angle of repose is defined for the purpose of this invention as the angle between the vector from the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge and the gravitational vector.

According to an aspect of the invention there is provided a dropped charge protection system, wherein the system includes calculating an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

The dropped charge protection system may include plotting the calculated angle of repose relative an angle of rotation of the mill shell.

The angle of repose of the charge may be determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, wherein

T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill shell and may be determined from $d/dt(\omega)$. ω is the angular speed of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and may be determined from $d/dt(\phi)$;

J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill shell side of the drive train;

m is the mass of the charge;

g is the gravitational constant;

r is the radius from the mill shell's axis of rotation to the centre of gravity of the charge; and θ is the rotation of the centre of gravity of the charge around the mill shell's axis of rotation which was defined above as the angle of repose. Before the charge has tumbled, it rotates with the mill shell and $\theta = \phi$, and wherein ϕ is the angular position of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell;

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

The torque T may cause the acceleration of all rotating masses ($J\alpha$), and, the pendulum-like raising of the charge ($mgr\sin\theta$)

It is to be appreciated from this specification that the tripping criterion in the equation $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ is the angle of repose (θ). In order to solve θ , the system parameters J and mgr must be determined and the system variables T and α measured in real time or calculated from measurable quantities in real time.

The torque (T) may be calculated using the formula $T = P/\omega$ wherein P is the power of the motor and ω is the angular speed of the motor.

Any one or more of θ and/or α and/or ω may be measured through the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train.

T and any one or more of ϕ and/or α and/or ω may be calculated from the rotor current of the mill motor in real time, making both the instantaneous measurement of P and the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train unnecessary in the case of a wound-rotor motor if the rotor current is accessible.

The torque (T) produced by the wound-rotor motor may be directly proportional to the rotor current.

The mill motor may include a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings.

The LRS may control the rotor current and thereby control the amount of torque produced by the motor as the torque may be proportional to the rotor current.

The power factor (*the ratio of the real power to the apparent power,*) in the rotor circuit may be close to unity (where unity = 1) and the torque may therefore be

determined by the formula $T = (I/I_{\text{rated}})T_{\text{rated}}$ wherein T is the air-gap Torque or T_{airgap} , I is the rotor current and I_{rated} is the rated rotor current at rated torque, produced at rated power.

α may be determined from ω by differentiation ($d/dt(\omega)$)

The mill rotation speed (ω) may be determined from the motor speed (n) and the gear ratio.

The motor speed (n) may be calculated from the rotor current using the formula $n = \frac{f_{\text{system}} - f_{\text{rotor}}}{p} \times 60$ [rpm], wherein f_{system} is the frequency of the system (line frequency), f_{rotor} is the frequency of the rotor current of the motor, and p is the number of pole pairs of the motor.

The frequency of the rotor current of the motor (f_{rotor}) may be determined by inverting the period of a measured sine wave cycle of the rotor current.

The moment of inertia of all rotating mass (J), the mass of the charge (m) and the radius from the centre of the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge (r) may be unknown.

J and mgr may be dependent on r but r may not be readily determinable due to the non-homogenous state of the charge.

J and mgr may be determined dynamically within the first few degrees of mill rotation, before the possibility of a dropped charge exists, so that the system can start calculating θ timeously.

It is to be appreciated from this specification that ϕ must be determined if it is to be used in the calculation of J and mgr . In the period before tumbling it is known that $\theta = \phi$ and θ is therefore known.

The mill shell's rotation ϕ may also be determined by integration of ω where the integration of ω is the taking the integral of ω with respect to time.

At a small mill shell rotation of 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ and $\sin(1^\circ) = 0.017$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ to $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ may be relatively small resulting in $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ being simplified to $T = J\alpha$ and J may therefore be calculated from the formula $J = \frac{T}{\alpha}$.

It is however to be appreciated from this specification that although $\phi = 1^\circ$ was used, the result holds for any angle of $\phi = \theta$ small enough that $mgr \sin \theta$ can be neglected from $T = J\alpha + mgr \sin \theta$.

At a relatively bigger mill shell rotation, of $\phi = 10^\circ$, the charge may not have yet rotated enough to tumble, but $\sin(10^\circ) = 0.173$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ is therefore 10 times bigger in the equation $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ and can no longer be neglected.

mgr may therefore be calculated from the equation $mgr = \frac{T - J\alpha}{\sin(10^\circ)}$ as both the mill and the angle of repose are 10° .

It is once again to be appreciated from the specification that the calculation is not limited to $\phi = 10^\circ$. The result will hold for any angle of $\phi = \theta$ wherein said angle is large enough that $mgr \sin \theta$ can not be neglected from $T = J\alpha + mgr \sin \theta$, but small enough that the charge has not yet tumbled.

As soon as J and mgr have been calculated, it is possible to calculate θ , plot θ relative an angle of rotation of the mill shell (ϕ) and trip the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

Tumbling may have occurred when ϕ is no longer equal to θ , and this may be used as a criterion to determine if start-up of the mill has been safe and successful.

The dropped charge protection system may continue to record the rotor current after tumbling and facilitate evaluation of the rotor current and resultant torque

According to another aspect of the invention there is provided a control system controlling the torque applied to starting a grinding mill, wherein the system includes using a pre-determined angle of repose, controlling a real angle of repose of a charge such that the real angle of repose coincides with the pre-determined angle of repose through the manipulation of the torque of the motor and wherein the angle of repose is controlled in such a way as to encourage tumbling of the charge.

The torque may be the actuating signal and the angle of repose θ may be the controlled signal.

The angle of repose of the charge may be determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, wherein

T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill and may be determined from $d/dt(\omega)$. ω is the angular speed of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and may be determined from $d/dt(\phi)$;

J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill side of the drive train;

m is the mass of the charge;

g is the gravitational constant;

r is the radius from the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge;

and

θ is the rotation of the centre of gravity of the charge around the mill's axis of rotation which was defined above as the angle of repose. Before the charge has tumbled, it rotates with the mill and $\theta = \phi$, and wherein ϕ is the angular position of the mill around the centre of rotation of the mill shell;

The torque T may effect the acceleration of all rotating masses ($J\alpha$), and, the pendulum-like raising of the charge ($mgr \sin\theta$)

It is to be appreciated from this specification that the controlled variable in the equation $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ is the angle of repose (θ). In order to solve θ , the system parameters J and mgr must be determined and the system variables T and α measured in real time or calculated from measurable quantities in real time.

The torque (T) may be calculated using the formula $T = P/\omega$ wherein P is the power of the motor and ω is the angular speed of the motor.

Any one or more of θ and/or α and/or ω may be measured through the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train.

T and any one or more of ϕ and/or α and/or ω may be calculated from the rotor current of the mill motor in real time, making both the instantaneous measurement of P and the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train unnecessary in the case of a wound-rotor motor as the rotor current is accessible.

The torque (T) produced by the wound-rotor motor may be directly proportional to the rotor current.

The mill motor may include a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings.

The LRS may control the rotor current and thereby control the amount of torque produced by the motor as the torque is proportional to the rotor current.

The power factor (*the ratio of the real power to the apparent power,*) in the rotor circuit may be close to unity (where unity = 1) and the torque may therefore be determined by the formula $T = (I/I_{rated})T_{rated}$ wherein T is the air-gap Torque or T_{airgap} , I is the rotor current and I_{rated} is the rated rotor current at rated torque, produced at rated power.

α may be determined from ω by differentiation ($d/dt(\omega)$)

The mill rotation speed (ω) may be determined from the motor speed (n) and the gear ratio.

The motor speed (n) may be calculated from the rotor current using the formula $n = \frac{f_{\text{system}} - f_{\text{rotor}}}{p} \times 60$ [rpm], wherein f_{system} is the frequency of the system (line frequency), f_{rotor} is the frequency of the rotor current of the motor, and p is the number of pole pairs of the motor.

The frequency of the rotor current of the motor (f_{rotor}) may be determined by inverting the period of a measured sine wave cycle of the rotor current.

The moment of inertia of all rotating mass (J), the mass of the charge (m) and the radius from the centre of the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge (r) may be unknown.

J and mgr may be dependent on r but r may not be readily determinable due to the non-homogenous state of the charge.

J and mgr may be determined dynamically within the first few degrees of mill rotation, before the possibility of a dropped charge exists, so that the system can start calculating θ timeously.

It is to be appreciated from this specification that ϕ must be determined if it is to be used in the calculation of J and mgr . In the period before tumbling it is known that $\theta = \phi$ and θ is therefore known.

The mill shell's rotation ϕ may also be determined by integration of ω where the integration of ω is the taking the integral of ω with respect to time.

At a small mill shell rotation of 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ and $\sin(1^\circ) = 0.017$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ to $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ may be relatively small resulting in $T = J\alpha +$

$mgr \sin\theta$ being simplified to $T = J\alpha$ and J may therefore be calculated from the formula

$$J = \frac{T}{\alpha}.$$

It is however to be appreciated from this specification that although $\phi = 1^\circ$ was used, the result holds for any angle of $\phi = \theta$ small enough that $mgr \sin\theta$ can be neglected from $T = J\alpha + mgr \sin\theta$.

At a relatively bigger mill shell rotation, of $\phi = 10^\circ$, the charge may not have yet rotated enough to tumble, but $\sin(10^\circ) = 0.173$ and the contribution of $mgr \sin\theta$ is therefore 10 times bigger in the equation $T = J\alpha + mgr \sin\theta$ and can no longer be neglected.

mgr may therefore be calculated from the equation $mgr = \frac{T - J\alpha}{\sin(10^\circ)}$ as

both the mill and the angle of repose are 10° .

It is once again to be appreciated from the specification that the calculation is not limited to $\phi = 10^\circ$. The result will hold for any angle of $\phi = \theta$ wherein said angle is large enough that $mgr \sin\theta$ can not be neglected from $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, but small enough that the charge has not yet tumbled.

As soon as mgr have been calculated, it is possible to calculate the amount of torque (T) necessary to keep ϕ at an optimum angle for the charge to tumble. By controlling the liquid resistance starter, the rotor current can be controlled to apply the correct amount of torque to bring ϕ to this optimum angle.

Unrelated to the issue of dropped charge, another advantage of this system is that with a small additional software algorithm and no additional hardware cost, the rotor current and therefore torque can be controlled such as to eliminate overtorque transients and arcing of the LRS electrodes, which is a common problem with present generation LRSs.

The inventor believes that the invention has the advantage of providing a reliable and satisfactory dropped charge protection system for geared mills that are driven by wound rotor induction motors. Thereafter, the current is still recorded, and from this the engineer/operator is able to evaluate the rotor current and therefore the torque.

Furthermore, the inventor believes that the system provides an accurate evaluation of the liquid resistance starter performance and allows for control of the LRS and the resultant rotor current and therefore the torque of the motor. Over-torque transients will be caused if the LRS decreases its resistance too rapidly during start-up of the motor, causing the current of the motor to increase too rapidly, with a resultant undesirable high torque.

Example and detailed description of drawings.

The invention will be further explained by way of the following non-limiting working example and drawings of a dropped charge protection relay and monitoring system, wherein

Figure 1 shows the start-up graphs of a grinding mill in accordance with the invention; and

Figure 2 is a screen shot of a Human Machine Interface that depicts a graph of the charge's angle of repose (θ) relative the mill shell angle of rotation (ϕ). The screenshot also shows a graphic representation of the θ and ϕ in a simulated mill shell.

A dropped charge protection relay system, wherein the system calculates an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up, plots the angle of repose of the charge relative an angle of rotation of the mill and trips the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

Measurements and certain calculated values are recorded at a sampling rate of 1kHz for the duration of the mill start-up.

The angle of repose of the charge is determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, wherein

T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill shell and may be determined from $d/dt(\omega)$ and wherein ω is the angular speed of the mill around the centre of rotation of the mill and may be determined from $d/dt(\phi)$;

J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill side of the drive train;

m is the mass of the charge;

g is the gravitational constant;

r is the radius from the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge;

and

θ is the rotation of the centre of gravity of the charge around the mill's axis of rotation which was defined above as the angle of repose. Before the charge has tumbled, it rotates with the mill and $\theta = \phi$ and wherein ϕ is the angular position of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell;

The torque T causes the acceleration of all rotating masses ($J\alpha$), and, the pendulum-like raising of the charge ($mgr\sin\theta$)

The tripping criterion in the equation $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ is the angle of repose (θ). In order to solve θ , the system parameters J and mgr must be determined and the system variables T and α measured in real time or calculated from measurable quantities in real time.

In this example the torque (T) is not calculated using the formula $T = P/\omega$ wherein P is the power of the motor and ω is the angular speed of the motor.

It is to be appreciated from this specification that any one or more of θ and/or α and/or ω can be measured through the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train, but neither is this done in the example.

As a matter of fact, in this example, T , ϕ , a , α and ω are calculated from the rotor current of the mill motor in real time, making both the instantaneous

measurement of P and the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train unnecessary in the case of a wound-rotor motor as the rotor current is accessible.

As the mill's motor rotor circuit includes a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings during start-up, the power factor of the rotor circuit is close to unity (≈ 1), and therefore the torque (T) produced by the wound rotor motor is directly proportional to the rotor current.

The power factor (*the ratio of the real power to the apparent power,*) in the rotor circuit is close to unity (where unity = 1) and the torque is therefore determinable by the formula $T = (I/I_{\text{rated}})T_{\text{rated}}$ wherein T is the air-gap Torque or T_{airgap} , I is the rotor current and I_{rated} is the rated rotor current at rated torque, produced at rated power.

In this working example of the invention, α is determined from ω by differentiation ($d/dt(\omega)$) and the mill rotation speed (ω) is determined from the motor speed (n) and the gear ratio.

The motor speed (n) is calculated from the rotor current using

the formula $n = \frac{f_{\text{system}} - f_{\text{rotor}}}{p} \times 60$ [rpm], wherein f_{system} is the frequency of the system

(line frequency), f_{rotor} is the frequency of the rotor current of the motor, and p is the number of pole pairs of the motor. (In the case of a 6 pole motor, $p = 3$ and in the case of an 8 pole motor $p = 4$.)

The frequency of the rotor current of the motor (f_{rotor}) is determined by inverting the period of a measured sine wave cycle of the rotor current.

The moment of inertia of all rotating mass (J), the mass of the charge (m) and the radius from the centre of the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge (r) are unknown at the moment of start-up.

J and mgr are dependent on r but r may not be readily determinable due to the non-homogenous state of the charge.

J and mgr are therefore determined dynamically within the first few degrees of mill rotation, before the possibility of a dropped charge exists, so that the system can start calculating θ timeously.

Furthermore, ϕ must be determined if it is to be used in the calculation of J and mgr . In the period before tumbling it is known that $\theta = \phi$ and θ is therefore known.

The mill rotation ϕ is determined through the integration of ω where the integration of ω is the taking the integral of ω with respect to time.

At a small mill shell rotation of 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ and $\sin(1^\circ) = 0.017$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ to $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ is relatively small resulting in $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ being simplified to $T = J\alpha$ and J is therefore be calculated from the formula $J = \frac{T}{\alpha}$. This example determines J at $\phi = \theta = 1^\circ$.

It is however to be appreciated from this specification that although $\phi = 1^\circ$ was used, the result holds for any angle of $\phi = \theta$ small enough that $mgr \sin \theta$ can be neglected from $T = J\alpha + mgr \sin \theta$.

At a relatively bigger mill shell rotation, of $\phi = 10^\circ$, the charge has not yet rotated enough to tumble, but $\sin(10^\circ) = 0.173$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ is therefore 10 times bigger in the equation $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ and can no longer be neglected.

mgr is therefore calculated from the equation $mgr = \frac{T - J\alpha}{\sin(10^\circ)}$ as both the angle of rotation of the mill shell ϕ and the angle of repose θ are 10° , in this example.

It is once again to be appreciated from the specification that the calculation is not limited to $\phi = 10^\circ$. The result will hold for any angle of $\phi = \theta$ wherein said angle is large enough that $mgr\sin\theta$ can not be neglected from $T = J\alpha + mgr\sin\theta$, but small enough that the charge has not yet tumbled.

As soon as J and mgr have been calculated, it is possible to calculate θ , plot θ relative an angle of rotation of the mill shell (ϕ) and trip the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable θ value.

It is however to be appreciated from this specification that the invention also allows for the control the angle of rotation of the mill shell ϕ , to facilitate tumbling of the charge.

It is also to be appreciated from this specification that the invention also allows for the control of the torque of the motor until the motor is at full speed. Controlling the torque of the motor minimizes the risk of over-torque transients and mechanical failure.

Over-torque can occur at any time that the LRS is not presenting enough resistance to the rotor circuit to limit the rotor current (and therefore torque) to a safe value, even at the moment the motor is switched on. Typically, in order to evaluate the risk of torque transients, the engineer/operator would study the value of the rotor current during the entire start-up.

The following table shows the various measured and calculated values during the start-up of a grinding mill.

Values around 10° of mill rotation. (Estimation of mgr is finalized at this point, and therefore calculation of θ may now start independently from ϕ .)

[ms]	lr1	lw1	lb1	Vpp1	lr2	lw2	lb2	Vpp2	T	n	llj	Jest	Rot	Tacc	Toob	mgrest	Toot(Rot)	OreAngle	Tumble rd1
02367	-665.942	-16.950	-0.510	0.378	-16.030	19.935	32.483	-1.867	22.731	116.487	628.222	2014.106	9.970	5174.507	14737.837	85121.016	0.000	9.970	0.000 1 0 0
02368	-806.438	-16.634	0.127	-1.519	-17.621	19.935	32.483	-0.919	22.731	116.512	628.255	2014.106	9.979	5168.315	14745.100	85092.049	0.000	9.979	0.000 1 0 0
02369	-899.464	-15.686	-0.510	-2.783	-18.576	19.935	34.077	-0.919	22.731	116.536	629.289	2014.106	9.987	5162.071	14752.412	85063.399	0.000	9.987	0.000 1 0 0
02370	-907.747	-16.318	-0.192	-2.783	-19.531	19.303	32.184	-1.551	22.731	116.561	629.323	2014.106	9.998	5155.771	14759.776	85035.081	0.000	9.998	0.000 1 0 0
02371	-857.411	-17.266	0.127	-0.887	-19.850	18.355	32.164	-1.867	22.731	116.585	629.356	2014.106	10.004	5149.414	14767.193	85007.107	0.000	10.004	0.000 1 0 0
02372	-742.721	-16.634	-0.510	-2.467	-23.670	17.723	32.164	-1.235	22.731	116.609	629.390	2014.106	10.012	5149.414	14768.250	85007.107	14779.468	10.005	0.008 1 0 0
02373	-545.836	-16.318	-0.192	-1.519	-23.988	17.723	32.483	-2.183	22.731	116.634	629.423	2014.106	10.021	5149.414	14769.303	85007.107	14791.746	10.005	0.015 1 0 0
02374	-353.063	-16.002	-0.192	-0.571	-23.033	17.408	32.801	-2.499	22.731	116.658	629.456	2014.106	10.029	5129.974	14789.793	85007.107	14804.026	10.019	0.010 1 0 0
02375	-123.712	-17.582	-0.829	0.378	-20.805	17.408	31.207	-1.867	22.731	116.682	629.489	2014.106	10.038	5123.362	14797.450	85007.107	14816.308	10.025	0.013 1 0 0
02376	154.730	-17.266	-0.192	0.694	-21.442	16.460	30.570	-2.499	22.731	116.707	629.522	2014.106	10.046	5116.681	14805.174	85007.107	14828.592	10.030	0.018 1 0 0
02377	386.680	-16.950	-0.829	1.642	-19.850	17.092	31.526	-2.499	22.731	116.731	629.555	2014.106	10.054	5109.928	14812.965	85007.107	14840.878	10.035	0.019 1 0 0
02378	584.182	-18.214	-0.510	4.803	-18.258	18.039	30.570	-1.867	22.731	116.755	629.588	2014.106	10.063	5103.101	14820.827	85007.107	14853.167	10.041	0.022 1 0 0
02379	794.305	-18.530	0.446	7.016	-14.119	18.039	29.295	-2.183	22.731	116.779	629.620	2014.106	10.071	5096.197	14828.761	85007.107	14865.458	10.046	0.025 1 0 0
02380	855.615	-18.530	-0.510	8.280	-12.528	20.882	31.207	-1.867	22.731	116.803	629.653	2014.106	10.080	5089.213	14836.771	85007.107	14877.751	10.052	0.028 1 0 0
02381	891.615	-17.582	-0.510	5.435	-12.846	20.251	31.207	-2.499	22.731	116.827	629.685	2014.106	10.088	5082.149	14844.858	85007.107	14890.046	10.057	0.031 1 0 0
02382	870.270	-17.898	-0.510	5.435	-11.254	20.566	30.251	-1.867	22.731	116.851	629.717	2014.106	10.097	5075.001	14853.024	85007.107	14902.344	10.063	0.034 1 0 0
02383	765.137	-18.530	-0.510	6.700	-11.891	21.830	31.207	-1.551	22.731	116.875	629.749	2014.106	10.105	5067.767	14861.272	85007.107	14914.644	10.068	0.037 1 0 0
02384	596.836	-17.898	-0.829	5.119	-12.846	22.462	31.207	-1.867	22.731	116.899	629.781	2014.106	10.113	5060.445	14869.603	85007.107	14926.946	10.074	0.039 1 0 0
02385	400.877	-17.898	-0.192	1.958	-14.119	20.566	30.889	-0.802	22.731	116.923	629.813	2014.106	10.122	5053.033	14878.020	85007.107	14939.250	10.080	0.042 1 0 0
02386	167.474	-17.266	-0.829	1.642	-15.711	19.935	32.164	-1.551	22.731	116.947	629.844	2014.106	10.130	5045.529	14886.526	85007.107	14951.556	10.086	0.045 1 0 0
02387	-76.562	-18.634	-0.829	1.010	-17.940	18.987	31.845	-0.919	22.716	116.971	629.876	2014.106	10.139	5037.930	14895.121	85007.107	14963.865	10.092	0.047 1 0 0
02388	-318.048	-16.634	0.127	-1.519	-20.805	18.671	31.845	-1.235	22.716	116.995	629.907	2014.106	10.147	5030.234	14903.808	85007.107	14976.175	10.098	0.050 1 0 0

5

10

15

20

25

30

Values around 12s. By this time the values of θ and ϕ have diverged dramatically, θ still being safely below 30° while the mill shell has already rotated almost 60°.

[ms]	fr1	lw1	lb1	Vpp1	lr2	lw2	lb2	Vpp2	T	n	ll	Jest	Rdt	Tacc	Toob	migest	Toob(Rdt)	OreAngle	Tumble	r d t
11990	-1311.075	-16.318	0.127	-1.835	-17.621	18.987	34.077	-1.867	26.203	213.763	1831.718	2014.106	58.434	20944.536	37021.999	85007.107	72429.453	25.818	32.616	1 1 1
11991	-728.703	-17.582	-0.192	-0.571	-16.030	19.619	34.395	-1.867	26.203	213.863	1831.856	2014.106	58.450	20948.866	37022.042	85007.107	72441.414	25.818	32.631	1 1 1
11992	-89.305	-16.634	0.446	0.378	-15.711	19.303	33.758	-1.867	26.203	213.962	1831.984	2014.106	58.465	20953.245	37022.036	85007.107	72453.376	25.818	32.647	1 1 1
11993	542.129	-17.266	1.083	1.642	-16.030	19.619	33.439	-1.867	26.203	214.062	1832.132	2014.106	58.480	20957.680	37021.972	85007.107	72465.338	25.818	32.662	1 1 1
11994	1146.164	-17.898	0.127	2.908	-15.074	20.882	34.077	-2.498	26.203	214.161	1832.270	2014.106	58.496	20962.177	37021.844	85007.107	72477.300	25.818	32.678	1 1 1
11995	1704.004	-18.846	0.446	3.855	-15.030	18.355	31.845	-2.815	26.203	214.260	1832.408	2014.106	58.511	20966.744	37021.646	85007.107	72489.283	25.818	32.693	1 1 1
11996	2128.358	-18.846	0.127	6.068	-15.711	18.671	32.164	-2.498	26.203	214.360	1832.546	2014.106	58.527	20971.386	37021.372	85007.107	72501.228	25.818	32.709	1 1 1
11997	2440.571	-19.478	0.127	7.018	-16.348	18.987	32.164	-2.499	26.203	214.459	1832.684	2014.106	58.542	20976.106	37021.017	85007.107	72513.189	25.817	32.725	1 1 1
11998	2621.845	-17.266	0.127	3.855	-15.074	19.303	33.439	-1.867	26.203	214.559	1832.822	2014.106	58.558	20980.910	37020.577	85007.107	72525.153	25.817	32.741	1 1 1
11999	2640.960	-17.266	0.127	4.803	-16.348	18.987	33.439	-1.551	26.203	214.658	1832.960	2014.106	58.573	20985.798	37020.049	85007.107	72537.116	25.817	32.756	1 1 1
12000	2510.022	-19.162	0.127	4.487	-16.348	18.039	32.483	-2.815	26.203	214.758	1833.098	2014.106	58.589	20990.778	37019.430	85007.107	72549.080	25.816	32.772	1 1 1
12001	2225.526	-17.898	0.127	2.274	-18.576	17.723	32.801	-3.448	26.203	214.857	1833.235	2014.106	58.604	20995.847	37018.719	85007.107	72561.045	25.816	32.788	1 1 1
12002	1833.987	-16.950	-0.192	1.326	-19.213	17.092	33.439	-2.815	26.203	214.957	1833.373	2014.106	58.620	21001.007	37017.914	85007.107	72573.009	25.815	32.804	1 1 1
12003	1347.190	-17.266	0.127	0.694	-20.168	17.092	32.483	-2.498	26.203	215.057	1833.510	2014.106	58.635	21006.260	37017.014	85007.107	72584.974	25.814	32.821	1 1 1
12004	768.323	-16.318	0.764	-2.151	-22.397	15.828	33.439	-2.498	26.203	215.156	1833.648	2014.106	58.651	21011.604	37016.018	85007.107	72596.939	25.814	32.837	1 1 1

5

10

15

20

25

Tumbling has occurred when ϕ is no longer equal to θ , and this may be used as a criterion to determine if start-up of the mill has been safe and successful.

In Figure 1, line 12 on graph 10 is representative of the result of the calculation $m g r \sin \phi$ and line 14 is representative of the result of the calculation $m g r \sin \theta$. Tumbling of the charge has occurred at the point in time marked 16. Line 18 represents the result of the formula $J \alpha$.

Graph 20 in Figure 1 shows the plotted angle ϕ 22 and the plotted angle θ 24.

In the screenshot shown in Figure 2 the graph 28 depicts the graphical representation of the charge's angle of repose (θ) relative the the mill shell's angle of rotation (ϕ). It can be seen that the angle θ relative the angle ϕ is a 45° line before tumbling occurs. The drop in the graph 32 denotes the angle of ϕ at which at which tumbling has occurred.

The graphic representation 34 shows θ 36 and ϕ 38 in a simulated mill shell.

Claims

1. A dropped charge protection system, wherein the system includes calculating an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

2. A dropped charge protection system as claimed in claim 1, wherein the system includes plotting the calculated angle of repose relative an angle of rotation of the mill shell.

3. A dropped charge protection system as claimed in any one of the preceding claims, wherein the angle of repose of the charge is determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, wherein

T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill shell and is determined from $d/dt(\omega)$. ω is the angular speed of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and is determined from $d/dt(\phi)$.

4. A dropped charge protection system as claimed in claim 3, wherein J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill shell side of the drive train;

m is the mass of the charge;

g is the gravitational constant;

r is the radius from the mill shell's axis of rotation to the centre of gravity of the charge; and

θ is the rotation of the centre of gravity of the charge around the mill shell's axis of rotation which is defined as the angle of repose.

5. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 4, wherein $\theta = \phi$ before the charge has tumbled and wherein it rotates with the mill shell and, and wherein ϕ is the angular position of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell.

6. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 5, wherein the torque T causes the acceleration of all rotating masses ($J\alpha$), and, the pendulum-like raising of the charge ($mgr\sin\theta$).

7. A dropped charge protection system as claimed in any one of the preceding claims, wherein the tripping criterion in the equation $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ is the angle of repose (θ).

8. A dropped charge protection system as claimed in claim 7, wherein solving θ , includes determining the system parameters J and mgr and the system variables T and α measured in real time and/or calculated from measurable quantities in real time.

9. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 8, wherein the torque (T) is calculated using the formula $T = P/\omega$ wherein P is the power of the motor and ω is the angular speed of the motor.

10. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 9, wherein any one or more of θ and/or α and/or ω is measured through the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train.

11. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 10, wherein T and any one or more of ϕ and/or α and/or ω are calculated from the rotor current of the mill motor in real time, making both the instantaneous measurement of P and the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the

like on the motor shaft or elsewhere in the drive train unnecessary, in the case of a wound-rotor motor and if the rotor current is accessible.

12. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 11, wherein the torque (T) produced by the wound-rotor motor is directly proportional to the rotor current.

13. A dropped charge protection system as claimed in any one of the preceding claims, wherein the mill motor includes a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings.

14. A dropped charge protection system as claimed in claim 13, wherein the LRS controls the rotor current and thereby controls the amount of torque produced by the motor as the torque is proportional to the rotor current.

15. A dropped charge protection system as claimed in any one of the preceding claims, wherein a power factor (the ratio of the real power to the apparent power,) in the rotor circuit is close to unity (where unity = 1) and the torque is determined by the formula $T=(I/I_{\text{rated}})T_{\text{rated}}$ wherein T is the air-gap Torque or T_{airgap} , I is the rotor current and I_{rated} is the rated rotor current at rated torque, produced at rated power.

16. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 15, wherein α is determined from ω by means of differentiation ($d/dt(\omega)$).

17. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 16, wherein the mill rotation speed (ω) is determined from a motor speed (n) and the gear ratio.

18. A dropped charge protection system as claimed in claim 17, wherein the motor speed (n) is calculated from the rotor current using the formula

$$n = \frac{f_{\text{system}} - f_{\text{rotor}}}{p} \times 60 [\text{rpm}], \text{ wherein } f_{\text{system}} \text{ is the frequency of the system (line}$$

frequency), f_{rotor} is the frequency of the rotor current of the motor, and p is the number of pole pairs of the motor.

19. A dropped charge protection system as claimed in claim 18, wherein the frequency of the rotor current of the motor (f_{rotor}) is determined by inverting the period of a measured sine wave cycle of the rotor current.

20. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 19, wherein the moment of inertia of all rotating mass (J), the mass of the charge (m) and the radius from the centre of the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge (r) is unknown.

21. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 20, wherein J and mgr are dependent on r but r is not readily determinable due to the non-homogenous state of the charge.

22. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 21, wherein J and mgr are determined dynamically within the first few degrees of mill rotation, before the possibility of a dropped charge exists, so that the system can start calculating θ timeously.

23. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 22, wherein ϕ is determined if it is to be used in the calculation of J and mgr .

24. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 23, wherein, in the period before tumbling it is known that $\theta = \phi$ and θ is therefore known.

25. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 24, wherein the mill shell's rotation ϕ is determined by integration of ω where the integration of ω is the taking the integral of ω with respect to time.

26. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 25, wherein at a small mill shell rotation of 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ and $\sin(1^\circ) = 0.017$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ to $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ is relatively small, resulting in $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ being simplified to $T = J\alpha$ and J is therefore be calculated from the formula $J = \frac{T}{\alpha}$.

27. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 26, wherein st a relatively bigger mill shell rotation, of $\phi = 10^\circ$, the charge has not have yet rotated enough to tumble, but $\sin(10^\circ) = 0.173$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ is 10 times bigger in the equation $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ and is no longer negligible.

28. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 27, wherein mgr is calculated from the equation $mgr = \frac{T - J\alpha}{\sin(10^\circ)}$ as both the mill and the angle of repose are 10° .

29. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 28, wherein it is possible to calculate θ once J and mgr have been calculated, plot θ relative an angle of rotation of the mill shell (ϕ) and trip the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle.

30. A dropped charge protection system as claimed in any one of claims 3 to 29, wherein tumbling will have occurred when ϕ is no longer equal to θ , and this

is used as a criterion to determine if start-up of the mill has been safe and successful.

31. A dropped charge protection system as claimed in any one of the preceding claims, wherein the dropped charge protection system continues to record the rotor current after tumbling and facilitates evaluation of the rotor current and resultant torque.

32. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill, wherein the system includes using a pre-determined angle of repose, controlling a real angle of repose of a charge such that the real angle of repose coincides with the pre-determined angle of repose through the manipulation of the torque of the motor and wherein the angle of repose is controlled in such a way as to encourage tumbling of the charge.

33. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in claim 32, wherein the torque is the actuating signal and the angle of repose θ is the controlled signal.

34. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 32 to 33, wherein the angle of repose of the charge is determined by solving the non-linear differential equation of $T = J\alpha + mgr \sin\theta$, wherein T is the air-gap torque applied to the motor rotor by the electric field;

α is the angular acceleration of the mill around the centre of rotation of the mill and is determined from $d/dt(\omega)$ and ω is the angular speed of the mill shell around the centre of rotation of the mill shell and is determined from $d/dt(\phi)$.

35. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in claim 34, wherein J is the moment of inertia [kgm^2] of all the rotating mass referenced to the mill side of the drive train, m is the mass of the

charge, g is the gravitational constant, r is the radius from the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge, and θ is the rotation of the centre of gravity of the charge around the mill's axis of rotation which was defined above as the angle of repose.

36. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 35, wherein prior to the tumbling of the charge, the charge rotates with the mill and $\theta = \phi$, and wherein ϕ is the angular position of the mill around the centre of rotation of the mill shell.

37. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 36, wherein the torque T affects the acceleration of all rotating masses ($J\alpha$), and, the pendulum-like raising of the charge ($mgr\sin\theta$).

38. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 37, wherein the controlled variable in the equation $T = J\alpha + mgr\sin\theta$ is the angle of repose (θ).

39. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 38, wherein solving θ , requires the determining of the system parameters J and mgr and the system variables T and α , measured in real time and/or calculated from measurable quantities in real time.

40. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 39, wherein the torque (T) is calculated using the formula $T = P/\omega$ wherein P is the power of the motor and ω is the angular speed of the motor.

41. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 40, wherein any one or more of θ and/or α and/or ω are measured through the use of rotary encoders, magnetic pick-ups and the like on the motor shaft or elsewhere in the drive train.

42. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 41, wherein T and any one or more of ϕ and/or α and/or ω are calculated from the rotor current of the mill motor in real time.

43. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 42, wherein the torque (T) produced by the wound-rotor motor is directly proportional to the rotor current.

44. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 43, wherein the mill motor includes a liquid resistance starter (LRS) in series with the motor rotor windings.

45. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 44, wherein the LRS controls the rotor current and thereby control the amount of torque produced by the motor as the torque is proportional to the rotor current.

46. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 45, wherein the power factor (the ratio of the real power to the apparent power,) in the rotor circuit may be close to unity (where unity = 1) and the torque is therefore determined by the formula $T = (I/I_{\text{rated}})T_{\text{rated}}$ wherein T is the air-gap Torque or T_{airgap} , I is the rotor current and I_{rated} is the rated rotor current at rated torque, produced at rated power.

47. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 46, wherein α is determined from ω by differentiation ($d/dt(\omega)$).

48. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 47, wherein the mill rotation speed (ω) is determined from the motor speed (n) and the gear ratio.

49. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 48, wherein the motor speed (n) is calculated from the rotor current using the formula $n = \frac{f_{\text{system}} - f_{\text{rotor}}}{p} \times 60 [\text{rpm}]$,

wherein f_{system} is the frequency of the system (line frequency), f_{rotor} is the frequency of the rotor current of the motor, and p is the number of pole pairs of the motor.

50. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 49, wherein the frequency of the rotor current of the motor (f_{rotor}) is determined by inverting the period of a measured sine wave cycle of the rotor current.

51. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 50, wherein the moment of inertia of all rotating mass (J), the mass of the charge (m) and the radius from the centre of the mill's axis of rotation to the centre of gravity of the charge (r) is unknown.

52. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 51, wherein J and mgr are dependent on r but r is not be readily determinable due to the non-homogenous state of the charge.

53. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 52, wherein J and mgr are determined dynamically within the first few degrees of mill rotation, before the possibility of a dropped charge exists, so that the system can start calculating θ timeously.

54. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 53, wherein It is to be appreciated from this specification that ϕ must be determined if it is to be used in the calculation of J and mgr and in the period before tumbling it is known that $\theta = \phi$ and θ is therefore known.

55. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 54, wherein the mill shell's rotation ϕ is also determinable by integration of ω where the integration of ω is the taking the integral of ω with respect to time.

56. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 55, wherein at a small mill shell rotation of 1° , $\phi = \theta = 1^\circ$ and $\sin(1^\circ) \approx 0.017$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ to $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ is relatively small resulting in $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ being simplified to $T = J\alpha$ and J may therefore be calculated from the formula $J = \frac{T}{\alpha}$.

57. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 56, wherein at a relatively bigger mill shell rotation, of $\phi=10^\circ$, the charge may not have yet rotated enough to tumble, but $\sin(10^\circ) \approx 0.173$ and the contribution of $mgr \sin \theta$ is therefore 10 times bigger in the equation $T = J\alpha + mgr \sin \theta$ and can no longer be neglected.

58. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in claim 57, wherein mgr is calculated from the equation

$$\text{mgr} = \frac{T - J\alpha}{\sin(10^\circ)} \text{ as both the mill and the angle of repose are } 10^\circ.$$

59. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 58, wherein the calculation of mgr permits the calculation of the amount of torque (T) necessary to keep ϕ at an optimum angle for the charge to tumble.

60. A control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill as claimed in any one of claims 34 to 59, wherein controlling the liquid resistance starter, permits the rotor current to be controlled, thereby to apply the correct amount of torque to bring ϕ to this optimum angle.

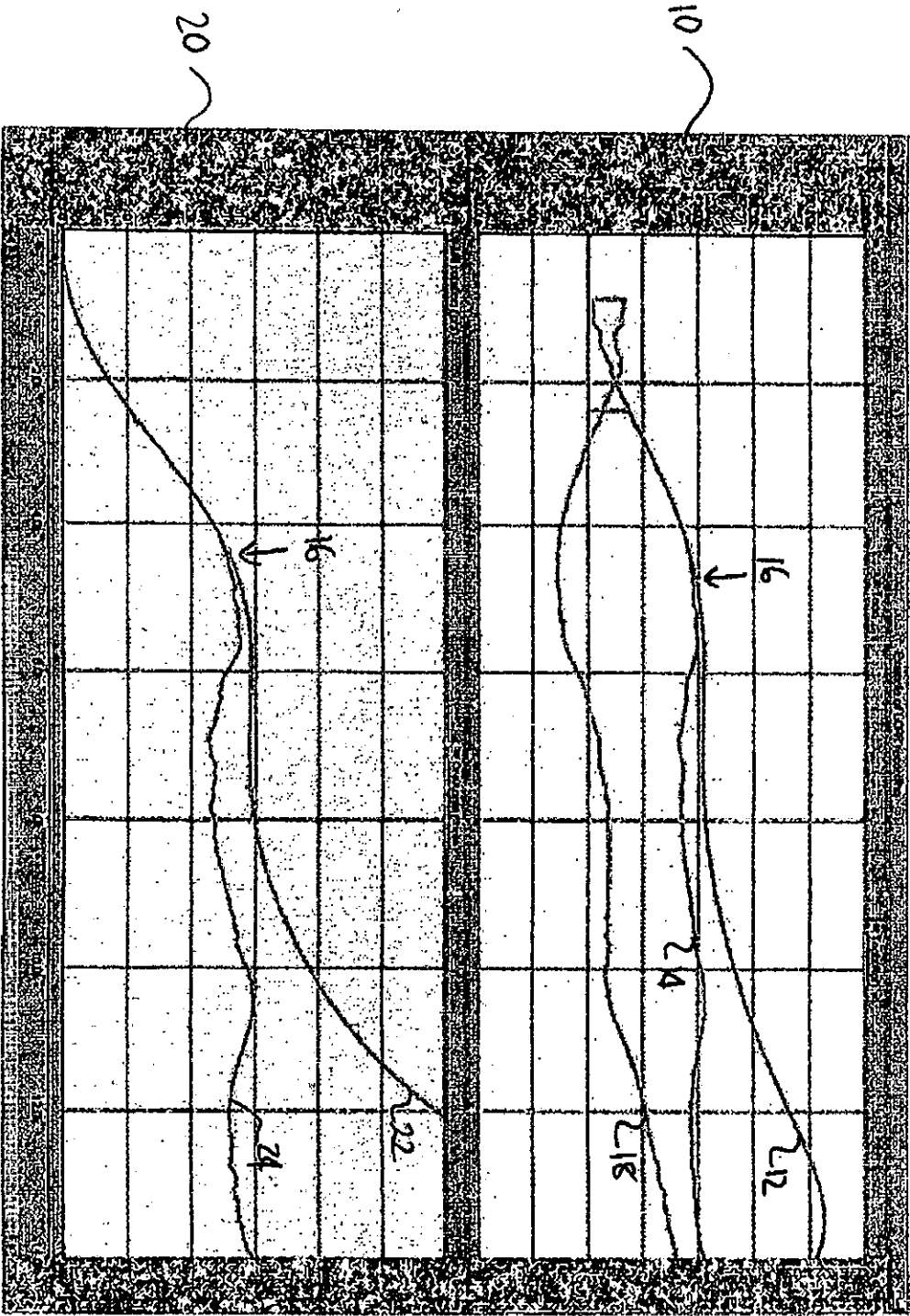


FIGURE 1

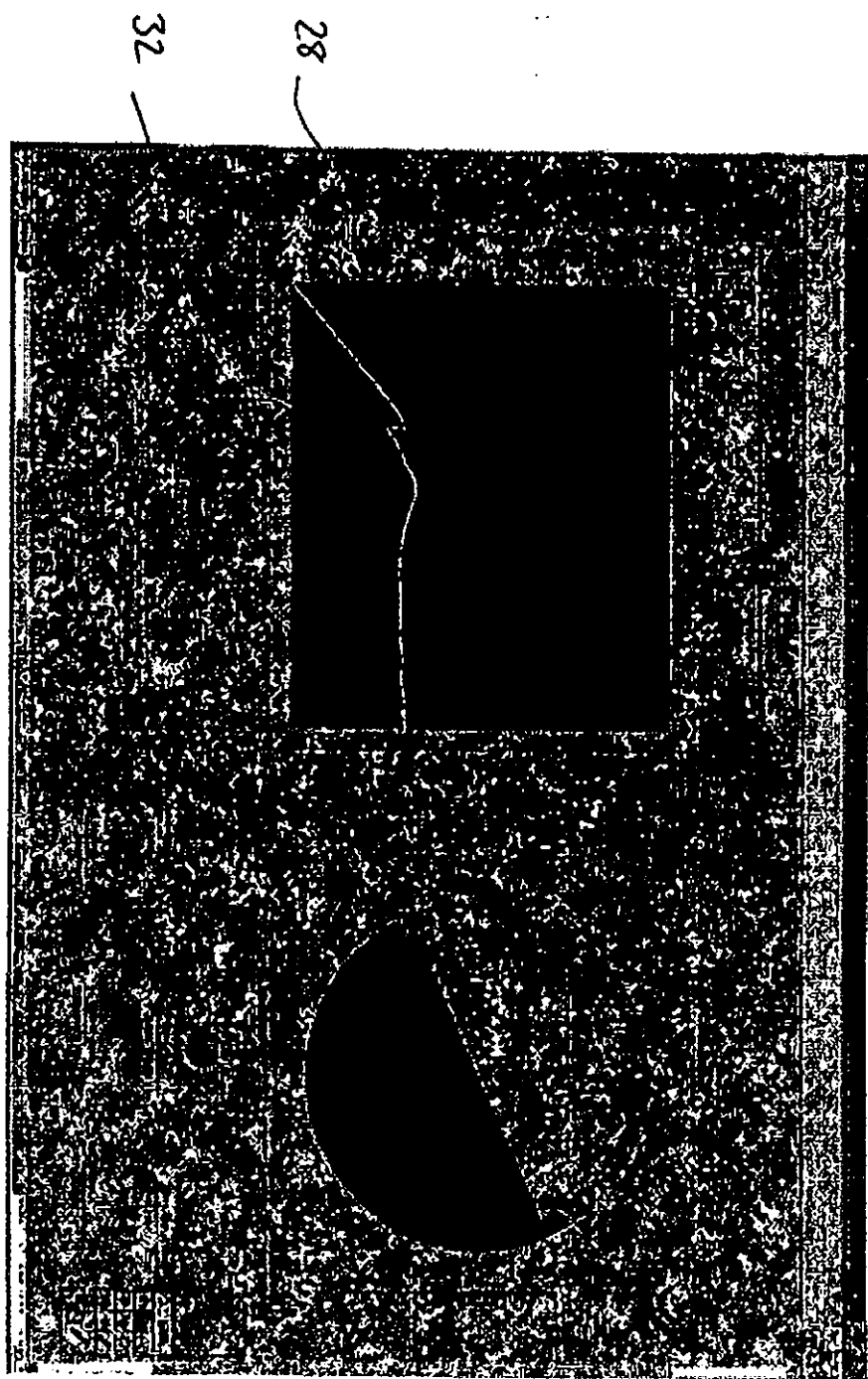


FIGURE 2

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
6 May 2010 (06.05.2010)(10) International Publication Number
WO 2010/049908 A3

(51) International Patent Classification:

B02C 17/24 (2006.01) B02C 25/00 (2006.01)
B02C 17/18 (2006.01) B02C 13/31 (2006.01)
B02C 23/04 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/IB2009/054820

(22) International Filing Date:

30 October 2009 (30.10.2009)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

2008/09300 30 October 2008 (30.10.2008) ZA

(71) Applicant (for all designated States except US): VAN ZYL, Dorothea [ZA/ZA]; 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): VAN ZYL, Paul Hendrik Stephanus [ZA/ZA]; 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA).

(74) Agent: GREGORY, Samantha; PO Box 268, Groenkloof, 0027 Pretoria (ZA).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

- with international search report (Art. 21(3))
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments (Rule 48.2(h))

[Continued on next page]

(54) Title: A DROPPED CHARGE PROTECTION SYSTEM AND A MONITORING SYSTEM

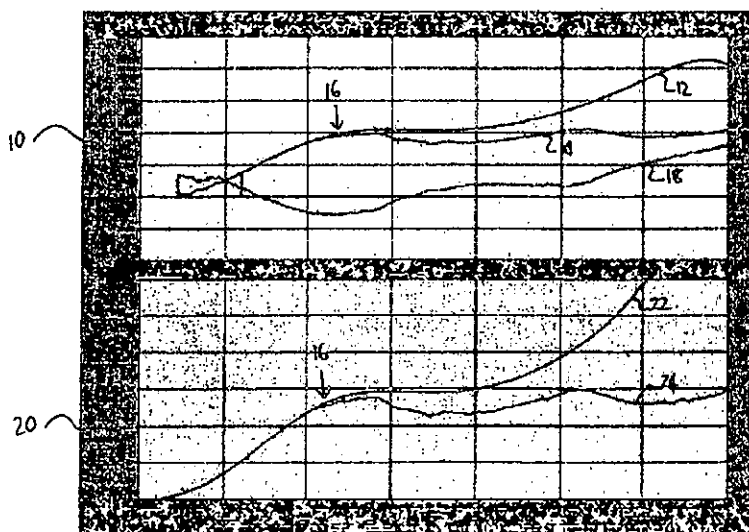


FIGURE 1

(57) Abstract: The invention provides for a dropped charge protection system, wherein the system includes calculating an angle of repose of a charge of a grinding mill during start-up and tripping the mill motor when the angle of repose of the charge exceeds a maximum allowable angle. The invention also provides for a control system for controlling the torque applied to starting a grinding mill, wherein the system includes using a pre-determined angle of repose, controlling a real angle of repose of a charge such that the real angle of repose coincides with the pre-determined angle of repose through the manipulation of the torque of the motor and wherein the angle of repose is controlled in such a way as to encourage tumbling of the charge.

WO 2010/049908 A3 

(88) Date of publication of the international search report:
24 June 2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB 2009/054820

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁸: **B02C 17/24** (2006.01); **B02C 17/18** (2006.01); **B02C 23/04** (2006.01);
B02C 25/00 (2006.01); **B02C 13/31** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁸: B02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI, TXT NN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE102004015057 A1 (SIEMENS AG) 20 October 2005 (20.10.2005) <i>whole document</i>	1, 32
X	US2003052205 A1 (TIRSCHLER) 20 March 2003 (20.03.2003) <i>abstract, figs. 1-7, [0018], [0037]</i>	1, 32
A	US2002175232 A1 (SCUCCATO ET AL) 28 November 2002 (28.11.2002) <i>whole document</i>	1-60

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 April 2010 (14.04.2010)Date of mailing of the international search report
16 April 2010 (16.04.2010)Name and mailing address of the ISA/ AT
Austrian Patent Office
Dresdner Straße 87, A-1200 ViennaAuthorized officer
BABUREK G.

Facsimile No. +43 / 1 / 534 24 / 535

Telephone No. +43 / 1 / 534 24 / 352

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO2004065014 A1 (OUTOKUMPU OYJ) 5 August 2004 (05.08.2004) <i>whole document</i>	1-60
A	DE60224561 T2 (MAGOTTEAUX INTERNATIONAL SA) 30 April 2008 (30.04.2008) <i>whole document</i>	1-60

76
INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB 2009/054820

Patent document cited in search report			Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE	A	102004015057			ZA A 200607665	2008-03-26
					US A1 2008169368	2008-07-17
					RU C2 2350392	2009-03-27
					WO A1 2005092508	2005-10-06
					EP A1 1735099	2006-12-27
					CN A 1993182	2007-07-04
US	A	2003052205			US A1 2006113416	2006-06-01
					US A1 2003052205	2003-03-20
					CA A1 2402125	2003-03-17
US	A	2002175232			BR A 0202046	2003-04-22
					CA A1 2387244	2002-11-25
					AU A 4241002	2002-11-28
					US A1 2002175232	2002-11-28
WO	A	2004065014			AT T 448878T	2009-12-15
					US A1 2006138258	2006-06-29
					MX A PA05007512	2006-03-08
					ZA A 200505100	2006-06-28
					WO A1 2004065014	2004-08-05
					EP A1 1590091	2005-11-02
DE	A	60224561			none	

(12)Solicitud Internacional publicada bajo el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Sello) (Código de Barras)
Oficina Internacional

(43) Fecha de Publicación Internacional
6 de Mayo de 2010 (06.05.2010)

(10) Número de Publicación Internacional:
WO 2010/049908 A3

(51) Clasificación Internacional de Patente:

B02C 17/24 (2006.01) B02C 25/00 (2006.01)
B02C 17/18 (2006.01) B02C 13/31 (2006.01)
B02C 23/04 (2006.01)

(81) Estados Designados: (A menos que se indique de otra manera, por cada clase de protección nacional disponible):

(21) Número de Solicitud Internacional:
PCT/IB2009/054820

(22) Fecha de Solicitud Internacional:
30 de Octubre de 2009 (30.10.2009)

(25) Idioma de radicación: Ingles

Idioma de Publicación: Ingles

Información de la Prioridad:
2008/09300 30 de Octubre (30.10.2008)

Solicitante: *(Para todos los estados designados excepto EEUU)*

AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, (26) ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, (30) MG, MK, MN, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN (71) TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

VAN ZYL, Dorothea (ZA/ZA); 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA)

(84) Estados Designados: (A menos que se indique, por cada clase de protección regional disponible)

(72) Inventor; y

(75) Inventor/Solicitante *(Solo para EEUU):* **VAN ZYL, Paul Hendrik Stephanus (ZA/ZA); 14 Partridge Avenue, Park Extension 2, 1619 Kempton (ZA)**

ARIPO(GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW) Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

(74) Agente: **GREGORY, Samantha; PO BOX 268, Groenkloof, 0027 Pretoria (ZA)**

Publicado:

- con reporte de búsqueda Internacional (Art. 21 (3))
- antes del expiración del limite de tiempo para enmendaciones las reclamaciones y a ser republicado en el evento de recibir enmendaciones (Regla 38.2(h))

Continúa en la siguiente página.

(54) Título: **UN SISTEMA DE PORTECCION CONTRA CAIDA DE CARGA Y UN SISTEMA DE MONITOREO**



(57) Abstracto: La invención provee para un sistema de protección contra carga caída, donde el sistema incluye el calcular un ángulo de reposo de una carga de un molino triturador durante el comienzo y el disparo del motor del molino triturador cuando el ángulo de reposo de la carga excede el ángulo máximo permitido. La invención también provee un sistema de control para controlar la torsión aplicada al encender un molino triturador, en donde el sistema incluye, el eso de un ángulo predeterminado de reposo, controlando un ángulo real de reposo de una carga tal que el ángulo real de reposo coincide con el ángulo predeterminado de reposo a través de la manipulación de la torsión del motor y donde el ángulo de reposo es controlado en una manera tal que anima la vuelta de la carga.

(88) Fecha de publicación del reporte internacional de búsqueda: 24 de Junio de 2010

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Aplicación internacional No

PCT/IB2009/054820

A. CLASIFICACIÓN DE TEMA IPC ⁸ : B02C 17/24 (2006.01); B02C 17/18 (2006.01); B02C 23/04 (2006.01); B02C 25/00 (2006.01); B02C 13/31 (2006.01) Según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o ambas, clasificación nacional y la IPC		
B. CAMPOS INVESTIGADOS Documentación mínima buscada (sistema de clasificación según los símbolos de clasificación) IPC ⁸ : B02C Documentación buscada, diferente a la documentación mínima en la medida, que tales documentos se incluyen en los campos investigados Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, cuando sea posible, los términos de búsqueda utilizados) EPODOC, WPI, TXT NN		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTE		
Categoría*	Cita del documento, con indicación, en su caso, de la sentencia relevante.	Relevante para reclamo No.
X	DE102004015057 A1 (SIEMENS AG) 20 de Octubre de 2005 (20.10.2005) Todo el documento	1, 32
X	US2003052205 A1 (TIRSCHLER) 20 de Marzo de 2003 (20.03.2003) Abstracto. Figs. 1-7, (0018), (0037)	1, 32
A	US2002175232 A1 (SCUCCATO ET AL) 28 de Noviembre de 2002 (28.11.2002) Todo el Documento	1, 60
		1,4
A		6,7
X Documentos adicionales son listados en la continuación del Cuadro C		X Véase el anexo de la familia de patentes
* Categorías especiales de documentos citados: "A" documento que define el estado general del artículo que no se considera de particular relevancia "E" aplicación previa o patente no publicado a la fecha o después de la fecha internacional de solicitud "L" documento que puede provocar dudas sobre aquel(los) reclamo(s) de prioridad o el cual se cita para establecer la fecha de publicación de otra cita u otra razón especial (como se especifica) "O" documento que se refiere a una divulgación oral, uso, exposición u otros medios "P" documento publicado antes de la fecha de internacional de la solicitud, pero no después de la fecha de prioridad solicitada.		"T" documento posterior, publicado después de la fecha de solicitud internacional o de prioridad y no en conflicto con la solicitud, pero citados para comprender el principio o la teoría subyacente a la invención "X" documento de relevancia especial; la invención solicitada no puede considerarse novedosa o que implique un paso de invento cuando el documento se toma solo "Y" documento de relevancia especial, la invención solicitada no puede considerarse que implique un paso de invento cuando el documento está combinado con uno o más de dichos documentos, siendo tal combinación evidente para un experto en la materia. "&" documentos que pertenece a la misma familia de patentes
Fecha de la finalización efectiva de la búsqueda internacional 14 Abril de 2010 (14.04.2010)		Fecha de envío del reporte de búsqueda Internacional 16 de Abril de 2010 (16.04.2010)
Nombre y correo del ISA/AT OFICINA DE PATENTES DE AUSTRIA Dresdner StraBe 87, A-1200 Vienna Facsimile No: +43/1/534 24/535		Oficial autorizado BABUREK G. Teléfono: +43/1/534 24/352

Reporte de búsqueda internacional

Solicitud internacional No: PCT/IB2009/054820		
C. (Continuación) Documentos considerados relevantes.		
Categoría	Citación del documento, con indicación, donde se apropia, de pasajes relevantes.	Relevante a Reclamación No.
A	WO2004065014 A1 (OUTOKUMPU OYJ) 5 de Agosto de 2004. Todo el documento.	1-60
A	DE60224561 T2 (MAGOTTEAUX INTERNATIONAL SA) 30 de Abril de 2008 (30.04.2008) Todo el documento.	1-60

REPORTE DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL
Información de miembros familiares a la patente.

Solicitud Internacional No.
PCT/IB2009/054820

Documento de la Patente citado en el reporte de búsqueda.			Fecha de Publicación	Miembros de la familia de patentes	Fecha de Publicación
DE	A	102004015057		ZA A 200607665 US A1 2008169368 RU C2 2350392 WO A1 2005092508 EP A1 1735099 CN A 1993182	2008-03-26 2008-07-17 2009-03-27 2005-10-06 2006-12-27 2007-07-04
US	A	2003052205		US A1 20061134716 US A1 2003052205 CA A1 2402125	2006-06-01 2003-03-20 2003-03-17
US	A	2004065017		AT T 448878T US A1 2006138258 MX A PA05007512 ZA A 200505100 WO A1 2004065014 EP A1 1590091	2009-12-15 2006-06-29 2006-03-08 2006-06-28 2004-08-05 2005-11-02
DE	A	60224561	Ninguno		

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter I of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Rule 44bis)

Applicant's or agent's file reference SG/V014	FOR FURTHER ACTION		See item 4 below
International application No. PCT/IB2009/054820	International filing date (<i>day/month/year</i>) 30 October 2009 (30.10.2009)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 30 October 2008 (30.10.2008)	
International Patent Classification (8th edition unless older edition indicated) See relevant information in Form PCT/ISA/237			
Applicant VAN ZYL, Dorothea			

1. This international preliminary report on patentability (Chapter I) is issued by the International Bureau on behalf of the International Searching Authority under Rule 44 bis.1(a). 2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet. In the attached sheets, any reference to the written opinion of the International Searching Authority should be read as a reference to the international preliminary report on patentability (Chapter I) instead.																								
3. This report contains indications relating to the following items: <table border="0"> <tr> <td>☒</td> <td>Box No. I</td> <td>Basis of the report</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Box No. II</td> <td>Priority</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Box No. III</td> <td>Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Box No. IV</td> <td>Lack of unity of invention</td> </tr> <tr> <td>☒</td> <td>Box No. V</td> <td>Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Box No. VI</td> <td>Certain documents cited</td> </tr> <tr> <td>☒</td> <td>Box No. VII</td> <td>Certain defects in the international application</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Box No. VIII</td> <td>Certain observations on the international application</td> </tr> </table> 4. The International Bureau will communicate this report to designated Offices in accordance with Rules 44bis.3(c) and 93bis.1 but not, except where the applicant makes an express request under Article 23(2), before the expiration of 30 months from the priority date (Rule 44bis .2).	☒	Box No. I	Basis of the report	☐	Box No. II	Priority	☐	Box No. III	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability	☐	Box No. IV	Lack of unity of invention	☒	Box No. V	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement	☐	Box No. VI	Certain documents cited	☒	Box No. VII	Certain defects in the international application	☐	Box No. VIII	Certain observations on the international application
☒	Box No. I	Basis of the report																						
☐	Box No. II	Priority																						
☐	Box No. III	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability																						
☐	Box No. IV	Lack of unity of invention																						
☒	Box No. V	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement																						
☐	Box No. VI	Certain documents cited																						
☒	Box No. VII	Certain defects in the international application																						
☐	Box No. VIII	Certain observations on the international application																						

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. +41 22 338 82 70	Date of issuance of this report 03 May 2011 (03.05.2011)
	Authorized officer Cecile Chatel e-mail: ro.ib@wipo.int

PATENT COOPERATION TREATY

To:

GREGORY Samantha
PO BOX 268
Groenkloof
0027 Pretoria
South Africa

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing 16 April 2010 (16.04.2010)
(day/month/year)

Applicant's or agent's file reference
SG/V014

FOR FURTHER ACTION
See paragraph 2 below

International application No.
PCT/IB 2009/054820

International filing date (day/month/year)
30 October 2009 (30.10.2009)

Priority Date (day/month/year)
30 October 2008 (30.10.2008)

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

B02C 17/24 (2006.01); **B02C 17/18** (2006.01); **B02C 23/04** (2006.01); **B02C 25/00** (2006.01);
B02C 13/31 (2006.01)

Applicant

VAN ZYL DOROTHEA

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Cont. No. I Basis of the opinion
☐ Cont. No. II Priority
☐ Cont. No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
☐ Cont. No. IV Lack of unity of invention
☒ Cont. No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
☐ Cont. No. VI Certain documents cited
☒ Cont. No. VII Certain defects in the international application
☐ Cont. No. VIII Certain observations on the international application

2. FURTHER ACTION

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/ AT

Austrian Patent Office
Dresdner Straße 87, A-1200 Vienna

Authorized officer

BABUREK G.

Continuation No. I

Basis of the opinion

1. With regard to the **language**, this opinion has been established on the basis of the international application in the language in which it was filed.

Continuation No. V

Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims 1-60	YES
	Claims -	NO
Inventive step (IS)	Claims 2-31, 33-60	YES
	Claims 1, 32	NO
Industrial applicability (IA)	Claims 1-60	YES
	Claims -	NO

2. Citations and explanations:

The following documents have been cited in the Search Report:

D1: DE102004015057 A1 (SIEMENS AG) 2005.10.20
D2: US2003052205 A1 (TIRSCHLER) 2003.03.20
D3: US2002175232 A1 (SCUCCATO ET AL) 2002.11.28
D4: WO2004065014 A1 (OUTOKUMPU OYJ) 2004.08.05
D5: DE60224561 T2 (MAGOTTEAUX INTERNATIONAL SA) 2008.04.30

Documents D1-D2 disclose dropped charge protection systems for grinding mills wherein an angle of repose of a charge of the grinding mill is determined and a mill motor is activated to clear a blockage by varying of the angle of repose, respectively by varying of the torque of the motor of the grinding mill. As the subject matters of independent claims 1 and 32 are not well defined according to rules 6.3 PCT, it has to be considered that these claims are novel with respect to one of the documents D1 and D2 but do not involve an inventive step.

The other documents D3-D5 show a more general state of the art of grinding mill protection systems, respectively level measuring systems for grinding mills and with that do not interfere with the present application.

As the depending claims 2-31 and 33-60 show further embodiments of charge protection systems that are not obvious with respect to the state of the art documents, it has to be considered that these claims are novel with respect to any of the state of the art documents and involve an inventive step with respect to each one of these documents. But according to Article 6 PCT taken in combination with Rules 6.3 (a) and 6.3 (b) PCT it has to be remarked that the claims should be clear and concise, and defined in terms of technical features of the invention, which is not fulfilled in claims 1, 3, 4, 6, 7, 15, 18-21, 23, 24, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 43, 44, 46-52, 54, 57, 59. Also only reference signs shall be within parentheses in these claims instead of abbreviations.

Industrial applicability is given.

Continuation No. VII:

Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

According to Article 6 PCT taken in combination with Rules 6.3 (a) and 6.3 (b) PCT, the claims should be clear and concise, and defined in terms of technical features of the invention, which are missing in claims 1, 3, 4, 6, 7, 15, 18-21, 23, 24, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 43, 44, 46-52, 54, 57, 59. Also only reference signs shall be within parentheses in these claims instead of abbreviations.

According to Rules 11.13 (a) and (b) PCT, drawings should be executed in durable, black, sufficiently dense and dark, uniformly thick and well-defined, lines and strokes without colourings and cross-sections should be indicated by oblique hatching which should not impede the clear reading of the reference signs and leading lines. Figures 1-2 do not fulfil this Rules 11.13 (a) and (b) of PCT.

According to Rule 11.10 PCT, the description shall also not contain drawings.

Tratado de Cooperación en materia de Patentes

PCT
Opinión escrita de la autoridad de búsqueda Internacional
PCT Regla 43bis.1

Para:

GREGORY Samantha
PO Box 268
Groenkloof
0027 Pretoria
Sudáfrica

Fecha de envío 16 de Abril 2010 (16.04.2010)
(día/mes/año)

Referencia de archivo del postulante o agente:
SG/V014

PARA ACCION ADICIONAL
Vea párrafo 2 abajo

No. Internacional de aplicación
PCT/IB 2009/054820

Fecha de solicitud internacional (día/mes/año)
30 de Octubre 2009 (30.10.2009)

Fecha de Prioridad (día/mes/año)
30 de Octubre 2008 (30.10.2008)

Postulante
VAN ZYL DOROTHEA

1. Esta opinión contiene indicaciones relacionado con los siguientes ítemes

X Cont. No I	Fundamento de la opinión
Cont. No II	Prioridad
Cont. No III	Falta de establecimiento de la opinión con referencia a novedad, paso invento y aplicabilidad industrial
Cont. No IV	Falta de unidad de la invención
X Cont. No V	Declaración Razonada según Regla 43bis.1(a)(i) con referencia a novedad, paso de invento y aplicabilidad industrial; citaciones y explicaciones apoyando cada declaración
Cont. No VI	Ciertos documentos citados
X Cont. No VII	Ciertos defectos en la aplicación internacional

2. ACCION ADICIONAL

Si una solicitud para examen preliminar internacional es hecha, esta opinión será considerada una opinión escrita de la Autoridad Internacional de Examen Preeliminaría ("IPEA"), excepto que esto no aplica donde el solicitante selecciona una Autoridad fuera de esta para ser el IPEA y el IPEA seleccionado ha notificado la Agencia según Regla 66.1bis(b) que las opiniones escritas de esta Autoridad de Búsqueda Internacional no serán consideradas.

Si esta opinión es, como indicado arriba, considerada a ser una opinión escrita del IPEA, el postulante esta invitado a presentar al IPEA una respuesta escrita junto con, donde apropiado, con las enmendaciones, antes de terminar 3 meses desde la fecha de envío de Formulario PCT/ISA/220 o antes de terminar 22 meses de la fecha de prioridad, la que caduca mas tarde.

Para mas opciones, vea Formulario PCT/ISA/220

3. Para mas detalles, vea las notas de Formulario PCT/ISA/220.

Nombre y dirección postal de ISA / AT
Oficina de Patentes de Austria
Dresdner Straße 87, A-1200 Viena

Oficial Autorizado
BABUREK G.

OPINION ESCRITA DE LA AUTORIDAD INTERNACIONAL DE BUSQUEDA

No. Internacional de aplicación
PCT/IB 2009/054820

Continuación No I

Fundamento de la opinión

- 1 Con referencia al **lenguaje**, esta opinión ha sido establecida en el fundamento de la aplicación internacional en el lenguaje en el cual fue presentado.

Continuación No V

Declaración Razonada según Regla 43bis.1(a)(i) con referencia a novedad, paso de invento y aplicabilidad industrial; citaciones y explicaciones apoyando cada declaración

1	Declaración			
	Novedad (N)	Reclamaciones 1-60	SI	
		Reclamaciones -		NO
	Paso Invento (IS)	Reclamaciones 2-31, 33-60		SI
		Reclamaciones 1, 32	NO	
	Aplicabilidad Industrial (IS)	Reclamaciones 1-60	SI	
		Reclamaciones -		NO

- 2 Citaciones y explicaciones:

Los siguientes documentos han sido citados en el Reporte de Búsqueda:

- D1: DE102004015057 A1 (SIEMENS AG) 2005.10.20
- D2: US2003052205 A1 (TIRSCHLER) 2003.03.20
- D3: US2002175232 A1 (SCUCCATO ET AL) 2002.11.28
- D4: WO2004065014 A1 (OUTOKUMPU OYJ) 2004.08.05
- D5: DE 60224561 T2 (MAGOTTEAUX INTERNATIONAL SA) 2008.04.30

Documentos D1-D2 revelan sistemas de protección contra carga caída para molinos trituradores donde el ángulo de reposo del molino triturador es determinado y el motor del molino esta activado para despegar un bloqueo por medio de variar el ángulo de reposo, respectivamente por el proceso de variar la torsión del motor del molino triturador. Como los temas de las reclamaciones independientes 1 y 32 no están bien definidas según las reglas 6.3 PCT, tiene que ser considerado que estas reclamaciones son novedosas con respeto a uno de los documentos D1 y D2 pero no involucran un paso de invento.

Los otros documentos D3-D5 muestran un estado de arte general de sistemas de protección para molinos trituradores, respectivamente sistemas de medición de nivel para molinos trituradores y con aquello que no interfieren con la solicitud actual.

Formulario PCT/ISA/237 (Continuación (1))(Enero 2004)

OPINION ESCRITA DE LA AUTORIDAD INTERNACIONAL DE BUSQUEDA

No. Internacional de aplicación
PCT/IB 2009/054820

Como las reclamaciones dependientes 2-31 y 33-60 muestran encarnación adicional de los sistemas de protección de carga que no son obvios con respecto a los documentos del arte, tiene que ser considerado que estas reclamaciones son novedosas con respecto a cualquier de los documentos de estado del arte y involucran un paso de invento con respecto a cada uno de estos documentos. Pero acuerdo con Artículo 6 PCT tomado en combinación con Reglas 6.3 (a) y 6.3 (b) PCT tiene que ser observado que las reclamaciones deben ser claros y concisos, y definidos en términos de las facetas técnicas de la invención, que no es cumplido en reclamaciones 1, 3, 4, 6, 7, 15, 18-21, 23, 24, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 43, 44, 46-52, 54, 57, 59. También solo avisos de referencia se encontraran dentro de los paréntesis en estas reclamaciones en vez de abreviaciones.

Aplicabilidad industrial es dado.

Cont. No VII**Ciertos defectos en la aplicación internacional**

Los siguientes defectos en el formulario o sus contenidos de la aplicación internacional han sido observados:

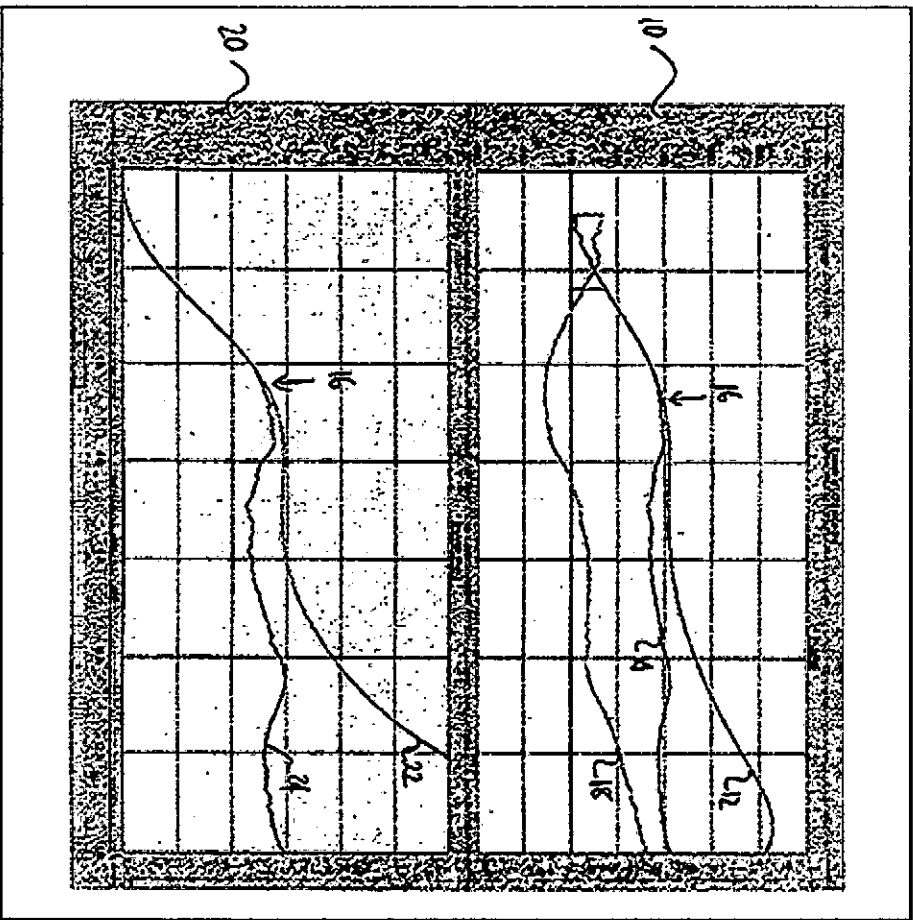
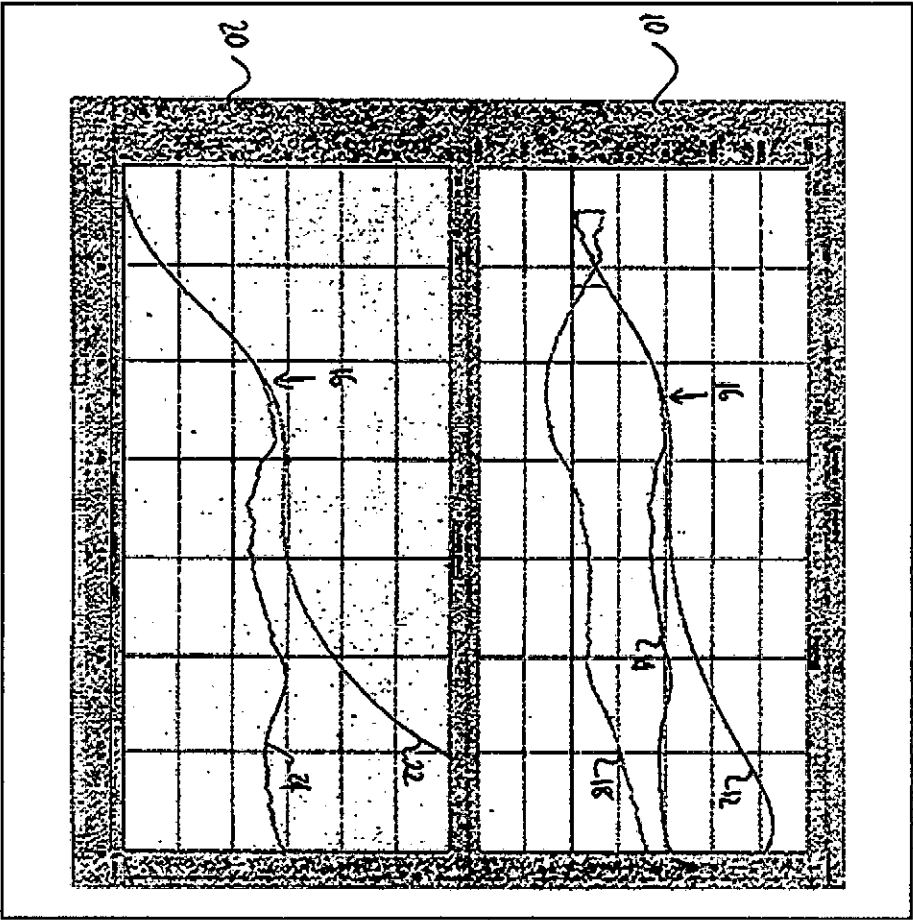
Según el Artículo 6 PCT en combinación con Reglas 6.3 (a) y 6.3 (b) PCT, las reclamaciones deben ser claros y concisos, y definidos en términos de las facetas técnicas de la invención, que no es cumplido en reclamaciones 1, 3, 4, 6, 7, 15, 18-21, 23, 24, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 43, 44, 46-52, 54, 57, 59. También solo avisos de referencia se encontraran dentro de los paréntesis en estas reclamaciones en vez de abreviaciones.

Según Reglas 11.13 (a) y (b) PCT, dibujos deben ser ejecutados con líneas durables, negras, suficientemente densas y oscuras, de grueso uniformes y bien definidas y brochazos sin colores y las secciones transversales deben estar indicados por sombreado inclinado que no debe impedir la lectura clara de los avisos de referencia y las líneas principales. Figuras 1-2 no cumplen con estas Reglas 11.13 (a) y (b) del PCT.

Según la Regla 11.10 PCT, la descripción tampoco contendrá dibujos.

Formulario PCT/ISA/237 (Continuación (2))(Enero 2004)

FIGURA REPRESENTATIVA



93

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0051802

Bogotá D.C., Mayo 30 de 2011 - 15:22:15

RECIBIDO DE : B&R LTDA

NI 830.122.790

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	181947640	30/05/2011	571.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	110 PTC SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
			<u>\$571.000.00</u>

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-066660- -00000-0000

Fecha: 2011-05-30 15:29:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eva: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 94

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Mayo 30 de 2011 - 15:22:15

TABLA DE CONTENIDO

Documento	Página
Formulario Solicitud	1
Título y Resumen	3
Descripción	4
Reivindicaciones modificadas bajo el art 19 del PCT (en Español)	21
Reivindicaciones modificadas bajo el art 19 del PCT (en Inglés)	23
Dibujos	26
Reivindicaciones inicialmente presentadas	28
Copia de la Solicitud Internacional	39
Copia del Reporte Internacional de Búsqueda (ISR)	72
Traducción simple al Español del Reporte Internacional de Búsqueda (ISR)	77
Copia del Reporte Preliminar Internacional de Patentabilidad Capítulo I	83
Copia de la Opinión Escrita de la ISA	84
Traducción simple al Español de la Opinión Escrita de la ISA	87
Figura representativa	92
Comprobante de pago de la Tasa por Presentación de la Solicitud	93



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-066660-00000-0000

S

Fecha: 2011-05-30 15:29:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION Folios: 94

PATENTE DE INVENCION ☐

MOL

.00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

Bogotá,
2020

Doctor(a)
ROJAS ROJAS MARCELA
Apoderado(a) y/o Representante de
DOROTHEA VAN ZYL

REFERENCIA	Radicación No.	11 66660
	Solicitud internacional	PCT/IB2009/054820
	Fecha inicio fase nacional	30/05/2011
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	010973

Teniendo en cuenta que el capítulo reivindicatorio presentado excede de diez reivindicaciones, es necesario que cancele la tasa establecida por cada reivindicación adicional presentada, de conformidad con lo dispuesto en la resolución de tasas vigente para la fecha de presentación de la solicitud, so pena de que no sean tenidas en cuenta dentro del presente trámite administrativo.

En consecuencia, con fundamento en lo previsto por el artículo 12 del Código Contencioso Administrativo, se le requiere para que dentro del término de dos (2) meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio atienda el requerimiento aquí señalado. Lo anterior, con el alcance que para tal efecto establece el artículo 13 de la misma codificación, respecto de las reivindicaciones adicionales.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.


CARLOS DANIEL LEMUS GIRALDO
Profesional Universitario 2044-09 (P) con asignación de funciones
de la Dirección de Nuevas Creaciones.

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de
fecha **15 JUL 2011**
adpall