

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 861**

51 Int. Cl.:
B65H 26/02 (2006.01)
B41F 33/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10150399 .3**
96 Fecha de presentación: **11.01.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2206667**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.07.2010**

54 Título: **Método relacionado con una desbobinadora**

30 Prioridad:
12.01.2009 FI 20095020

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.05.2012

73 Titular/es:
**ABB OY
STRÖMBERGINTIE 1
00380 HELSINKI, FI**

72 Inventor/es:
**Leppä, Ari y
Gruzdaitis, Jukka**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 379 861 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método relacionado con una desbobinadora

Antecedentes de la invención

5 La invención está relacionada con la desaceleración de un carrete de máquina de una desbobinadora y especialmente con un carrete de máquina en desbobinadoras de máquinas de post-procesamiento en la industria papelerera. Tal máquina se presenta en una publicación DE 25604401 que se considera la técnica anterior más cercana.

10 Al hacer una banda continua de material, por ejemplo papel en una máquina para fabricar papel, el material terminado por la máquina y enrollado en un carrete a menudo es procesado con máquinas de post-procesamiento. Ejemplos de tales máquinas de post-procesamiento relacionadas con el post-procesamiento de papel incluyen varias calandrias fuera de línea, bobinadoras y rebobinadoras. Las características comunes de estas máquinas de post-procesamiento son que el material es desbobinado con una desbobinadora, procesado de una manera deseada y rebobinado con una rebobinadora.

15 El aumento de las velocidades de las máquinas de papel y las correspondientes máquinas que producen una banda continua de material también produce presión para aumentar las velocidades de los dispositivos de post-procesamiento y para minimizar los tiempos de parada. Un punto problemático en los dispositivos de post-procesamiento está asociado con el funcionamiento de las desbobinadoras durante una rotura de la banda de material. La situación es pronunciada especialmente en bobinadoras que hacen carretes personalizados, esto es, carretes más pequeños pedidos por el cliente, que los carretes de la máquina. En un carrete de máquina, el papel o el correspondiente material tiene la anchura de la máquina de producción, y la anchura es cortada en carretes más estrechos y más pequeños pedidos por el cliente utilizando una bobinadora.

20 Varios carretes personalizados se obtienen normalmente de un carrete de máquina, es decir, la desbobinadora de la bobinadora debe ser detenida varias veces durante un carrete de máquina para quitar los carretes personalizados terminados y para comenzar unos nuevos. Aunque las velocidades de la bobinadora sean grandes, las sueltas de carretes personalizados de ellas ralentizan la velocidad media. Si se produce una disfunción que detiene el funcionamiento de la bobinadora, la bobinadora puede llegar a ser una parte que ralentiza la producción de la papelerera.

25 Un problema en los dispositivos de post-procesamiento está asociado con la detención del carrete de máquina de una desbobinadora durante una rotura de la banda. El material es desbobinado de la desbobinadora a gran velocidad y, en una situación normal, el material es bobinado con una rebobinadora después del procesamiento. Si la banda se rompe entre la desbobinadora y la rebobinadora, el material de desbobinarse en el suelo del vestíbulo de la fábrica. Gran parte del material que se desbobina a gran velocidad se acumula rápidamente en el suelo y, antes de reiniciar la producción, este material debe ser recogido del suelo. Cuando se detecta una rotura de la banda, la desbobinadora es detenida lo más rápidamente posible para minimizar el tiempo de interrupción y la pérdida de material.

30 La detención de desbobinadoras durante situaciones de rotura de la banda se hace de acuerdo con la técnica anterior utilizando un freno mecánico a su plena capacidad. Además, se utiliza un motor para la desaceleración cuando el par de desaceleración supera la capacidad del freno mecánico. El par de desaceleración proporcionado por el motor está limitado de tal manera que el par total de desaceleración no supere los límites de la mecánica del sistema. Un freno mecánico es un equipo obligatorio definido por estándares, con el que se hace que un carrete de máquina en una desbobinadora permanezca sin rotar y el carrete de máquina pueda ser detenido en un tiempo específico.

35 Un problema con el freno mecánico, en particular, es la detención de la desbobinadora a altas velocidades de rotación. El freno mecánico desacelera con un par fijo de desaceleración, de modo que a altas velocidades de rotación la potencia utilizada en la desaceleración daña fácilmente el freno mecánico y lo hace inutilizable. El freno mecánico tampoco puede ser ajustado de una manera simple de modo que la potencia de desaceleración pueda ser aumentada o ser disminuida durante la desaceleración. De este modo, una rotura de la banda puede provocar una parada larga, cuando los frenos de la desbobinadora se quedan inutilizables durante una desaceleración.

40 En la desaceleración, los frenos mecánicos transforman la energía vinculada al carrete de máquina en calor que calienta los frenos. Este calentamiento de los frenos también puede causar un peligro de fuego, ya que el material se suelta de manera incontrolada de la desbobinadora, por lo que el papel seco o algo similar puede entrar en contacto con los frenos calentados.

Breve descripción de la invención

55 Un objetivo de la invención es desarrollar un método y un aparato que implementa el método de tal manera que se resuelven los problemas mencionados anteriormente. El objetivo de la invención se consigue con un método y un

aparato que se caracterizan por lo que se indica en las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas de la invención se establecen en las reivindicaciones dependientes.

5 La invención se basa en reemplazar tan extensamente como sea posible la desaceleración hecha con frenos mecánicos por una desaceleración de motor y en utilizar el freno mecánico sólo cuando sea necesario a velocidades inferiores a un régimen dado de velocidad. La inercia y la velocidad de rotación del carrete de máquina o algo parecido en la desbobinadora se conoce continuamente, de modo que puede calcularse el par de desaceleración necesario para detener el carrete en un tiempo necesario. De una manera correspondiente, también puede calcularse el par obtenido de desaceleración que depende de la situación de funcionamiento del motor, si necesario.

10 La solución de la invención proporciona la ventaja de que la situación de desaceleración es más fácil de controlar, porque el par de desaceleración proporcionado con un motor puede ser ajustado según sea necesario. Además, la invención proporciona una utilización mejorada de la energía, porque la energía almacenada en el sistema mecánico rotatorio puede ser devuelta a la red de suministro mediante un convertidor de frecuencia.

15 Además, como los frenos mecánicos no son cargados tanto como en el método conocido de desaceleración, se disminuyen los problemas relacionados con el desgaste y el calentamiento de los frenos mecánicos, y de este modo la capacidad del dispositivo en el que se encuentra la desbobinadora aumenta debido al reducido número de paradas de mantenimiento. Gracias a los frenos mecánicos que no se calientan tanto, también mejora la seguridad contra fuegos.

Breve descripción de las figuras

20 La invención se describirá ahora con más detalle mediante unas realizaciones preferidas y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un ejemplo del principio general de un accionamiento eléctrico con respecto a una máquina de post-procesamiento de papel;

La Figura 2 es una representación gráfica de la inercia del carrete de máquina como una función del diámetro del carrete de máquina;

25 La Figura 3 es una representación gráfica del par de desaceleración necesario como una función de la velocidad de rotación del carrete de máquina;

La Figura 4 es una representación gráfica de una manera de desaceleración según la invención; y

La Figura 5 es un ejemplo de los valores máximos del par utilizado en la desaceleración como una función de la velocidad de rotación del carrete de máquina.

30 **Descripción detallada de la invención**

La Figura 1 muestra el principio de un accionamiento eléctrico con respecto a una máquina de post-procesamiento relacionada con la fabricación de papel. Esta máquina de post-procesamiento se muestra sólo con respecto al accionamiento eléctrico de tal manera de que la máquina de post-procesamiento sólo se muestran las piezas que son necesarias para describir la invención.

35 La Figura 1 muestra en particular una desbobinadora 1, en la que se coloca un carrete 2 de máquina obtenido de una máquina para fabricar papel. Un motor 4 y un freno mecánico 3 se sujetan al eje del carrete de máquina. El motor 4 es controlado por un inversor 5 que recibe su suministro de un sistema de barra colectora de corriente continua 12. Una unidad de alimentación 6 genera corriente continua para este sistema de barra colectora de corriente continua 12 desde la corriente alterna de la red de suministro.

40 Además, la Figura 1 muestra una rebobinadora 14 que con respecto a las bobinadoras forma carretes personalizados 9 a partir del papel en un carrete de máquina. En la rebobinadora, la banda de papel gira alrededor de un rodillo de accionamiento 8 sobre el carrete personalizado. El rodillo 8 es controlado por un motor 10 alimentado por un inversor 11. En la Figura 1, ambos inversores se muestran acoplados al mismo suministro de corriente continua 12. La unidad de alimentación 6 junto con los inversores forma un grupo de suministro en la Figura 1. La Figura 1 también muestra un sistema de control 7 que está conectado a través de un bus de datos a la unidad de alimentación y a ambos inversores. El sistema de control 7 proporciona información de control a los inversores, en base a la cual los motores controlados por los inversores proporcionan la velocidad de banda necesaria y la tirantez de la banda de papel, por ejemplo.

45 La inercia del carrete de máquina es, si se desea, conocida continuamente para el sistema de control o, correspondientemente, calculable inmediatamente. La inercia puede calcularse con la ecuación

$$J = \pi \rho l (d^4 - d_{\min}^4) / 32 + J_{\text{roll}} \tag{1}$$

5 en la que ρ la densidad del papel del carrete, l es la anchura de la banda de papel, d es el diámetro del carrete de máquina, d_{min} es el diámetro del rodillo, y J_{roll} es la inercia del rodillo. La Figura 2 muestra una curva que representa el cambio en la inercia como una función del diámetro. Según muestra el diagrama, la inercia aumenta de manera exponencial a medida que aumenta el diámetro. El diámetro del carrete es determinado continuamente ya sea sobre la base de la cantidad y espesor del papel en el carrete o midiendo físicamente el tamaño del carrete con un aparato de medición automatizada o mediante cálculo.

La velocidad de rotación (n) del motor que gira el carrete de máquina es, a su vez, dependiente de la velocidad (v) de la banda y el diámetro (d) del carrete de máquina según la ecuación

$$n = \frac{v}{\pi d} i \quad (2)$$

10 en la que el coeficiente i depende de la relación de engranajes entre los posiblemente utilizados motor y rodillo. La velocidad de la banda normalmente se mantiene constante, por lo que a medida que disminuye el diámetro del carrete, la velocidad de rotación aumenta correspondientemente.

El par de desaceleración necesario para detener el rodillo en el tiempo t desde la velocidad angular ω puede ser calculado con la ecuación

$$15 \quad T_{bread} = J \frac{d\omega}{dt} \quad (3)$$

El par de desaceleración necesario para la detención es directamente proporcional a la velocidad angular y la inercia y, como se ha mencionado anteriormente, la inercia disminuye en gran medida a medida que disminuye el diámetro. La Figura 3 muestra la magnitud del par necesario para la desaceleración como una función de la velocidad de rotación cuando se supone que la velocidad de la banda y el tiempo de desaceleración son constantes. La Figura 3 muestra cómo el par de desaceleración necesario para la detención disminuye a medida que aumenta la velocidad de rotación, esto es, cuando la inercia es más alta, el par necesario para la detención debe ser más alto a pesar de la menor velocidad de rotación. Según se ha mencionado anteriormente, para la desaceleración, la situación es, sin embargo, más problemática cuando la velocidad de rotación es alta, porque cuando se desacelera con frenos mecánicos, la fuerza de desaceleración dirigida al rodillo rotatorio produce una potencia que es proporcional a la velocidad de rotación y el par producido por la potencia de desaceleración. Las ecuaciones (2) y (3) utilizan los términos de velocidad angular y de velocidad de rotación. Como es sabido, la proporción entre la velocidad angular y la velocidad de rotación es lineal, y la velocidad angular se obtiene multiplicando la velocidad de rotación por la constante 2π .

30 Todas las susodichas cantidades medidas o calculadas son sabidas y están disponibles para el sistema del control 7. El sistema de rotación también es capaz de realizar controles relacionados con otros dispositivos aparte de los motores 4, 10. Por ejemplo, el sistema de control puede controlar la utilización del freno mecánico 3 ya sea directamente o mediante una conexión de comunicaciones y otro sistema de control.

35 En el método de la invención, se detecta una rotura en la banda de papel que sale de una desbobinadora. La rotura es detectada normalmente de manera automática ya que la banda se queda floja de repente. La tirantez de la banda es ajustada normalmente de tal manera que la rebobinadora es controlada por velocidad y la desbobinadora es controlada por par para obtener la tirantez necesaria en la banda. La información acerca de la tirantez de la banda es transmitida desde el inversor 5 al sistema de control 7.

40 Además, según la invención, se determina la inercia del carrete de máquina. La inercia puede calcularse con la ecuación antes mencionada (1) y, en general, la inercia instantánea es conocida continuamente para el sistema de control o de ajuste 7 del motor. En el método, también es posible utilizar durante toda la desaceleración la inercia del instante después de la rotura de la banda. Durante la desaceleración, la inercia del carrete disminuye a medida que se desbobina el material. Si la inercia del instante de rotura se utiliza en el método, el rodillo es detenido algo más rápido que cuando se utiliza la inercia instantánea que es actualizada a medida que se desbobina el carrete. Según una realización preferida de la invención, la inercia del carrete de máquina es calculada continuamente durante la desaceleración, por lo que todo el proceso de desaceleración es controlado de principio a fin.

45 En el método de la invención, la velocidad angular del carrete de máquina es determinada continuamente. La determinación de la velocidad angular puede realizarse con sensores independientes o, correspondientemente, el accionamiento eléctrico puede determinar la velocidad angular independientemente sobre la base de sus modelos internos de una manera conocida de por sí. La información acerca de la velocidad angular es transmitida o es calculada en el sistema de control 7.

50 Las normas de seguridad y cosas por el estilo a menudo definen el tiempo permitido que puede transcurrir en la detención del carrete de máquina. Este tiempo puede ser el mismo tiempo que el utilizado para acelerar el carrete de máquina. Cuando se conoce la velocidad angular y la inercia del carrete de máquina, es posible utilizar la ecuación (3) para calcular el par de desaceleración con el que el carrete de máquina puede ser detenido en el tiempo

necesario. Durante la desaceleración, a medida que disminuye la velocidad de rotación, se utiliza la ecuación (3) para calcular continuamente un nuevo valor para el par necesario, tomando en consideración el tiempo ya transcurrido desde el momento inicial de la rotura o el inicio de la desaceleración.

5 Según la invención, el carrete de máquina es desacelerado eléctricamente por el accionamiento del motor de manera regenerativa. Cuando el motor sirve como un generador, la potencia es obtenida del carrete rotatorio y es transformada en el motor en energía eléctrica que puede ser suministrada a la red, cuando la unidad de alimentación está equipada con un puente bidireccional adecuado de red.

10 Cuando el motor sirve como generador, el par de desaceleración producido por él depende de la gama de velocidad de rotación del motor. La Figura 5 muestra que el par que va a ser producido como una función de la velocidad de rotación. Cuando el carrete de máquina gira a alta velocidad, el par proporcionado en un intervalo de debilitamiento de campo está limitado por un límite de par de desenganche 54 del motor. Cuando disminuye la velocidad en el intervalo 53, el factor limitador del par es la unidad de alimentación que define la potencia máxima que va a ser transferida a la red que no puede ser superada. La unidad de alimentación es dimensionada para situaciones de accionamiento normal de tal manera que es suficiente en todas situaciones de accionamiento normal. En la estructura mostrada en la Figura 1, es posible la alimentación por la unidad de alimentación hacia atrás a la red de la potencia de la desbobinadora y de la rebobinadora cuando están desacelerando. La unidad de alimentación tiene normalmente una cantidad fija de capacidad de transmisión de potencia reservada para cada motor. Sin embargo, como en el caso de la Figura 1, la rebobinadora puede ser detenida más rápido que la desbobinadora debido a menores masas, es ventajoso transferir la capacidad de potencia de la unidad de alimentación reservada para la rebobinadora en una situación de desaceleración a la desbobinadora, por lo que el límite 53 de potencia de la Figura 5 y de este modo también puede aumentarse el par utilizado de desaceleración.

15 A medida que la velocidad disminuye aún más mientras progresa la desaceleración, el par es limitado por el límite 52 de corriente del inversor. Los inversores se dimensionan para una determinada corriente máxima que no es segura o no es posible superar. De este modo, el par de desaceleración del motor debe limitarse manteniendo la corriente en el valor máximo permitido. Cuando disminuye la velocidad de rotación, la siguiente zona es un límite 51 de par, que es el máximo par que el motor es capaz de producir. Este par máximo puede ser utilizado hasta que el motor y el carrete de máquina de detienen.

20 El acontecimiento de desaceleración descrito anteriormente no empieza necesariamente limitando el par debido al par de desenganche. Dependiendo de la velocidad de rotación, la desaceleración puede empezarse en cualquiera de los intervalos mencionados anteriormente.

25 Según la invención, el carrete de máquina es desacelerado eléctricamente para detenerlo. La Figura 4 muestra un ejemplo del acontecimiento de desaceleración y especialmente del par 41 proporcionado por la desaceleración eléctrica como una función de la velocidad de rotación. La Figura 4 muestra que cuando disminuye la velocidad, el par de desaceleración es aumentado según los principios antes mencionados.

30 Según la idea de la invención, también se utiliza un freno mecánico cuando la velocidad de rotación del carrete de máquina es menor que la velocidad de rotación predefinida n_{lim} y cuando la desaceleración eléctrica sola no es suficiente para detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido. La Figura 4 también muestra el par de desaceleración 42 que va a ser producido con un freno mecánico. El tamaño del par de desaceleración producido a bajas velocidades de funcionamiento es de este modo una suma del par mecánico de desaceleración 42 y el par eléctrico de desaceleración 41. La introducción del freno mecánico después de una determinada velocidad limitadora de funcionamiento impide la destrucción de los frenos debido a una potencia excesiva que se transforma en calor durante la desaceleración.

35 Al conseguir el límite de velocidad n_{lim} mencionado anteriormente, el par de desaceleración es definido preferiblemente para ser factible por desaceleración eléctrica. Si este par de desaceleración es suficiente para detener la masa rotatoria en el tiempo necesario, no hay necesidad de utilizar el freno mecánico, y toda la energía vinculada a la masa rotatoria puede ser transformada en energía eléctrica. El par de desaceleración obtenido por desaceleración eléctrica puede ser definido por cálculo en cualquier momento y la magnitud de este par de desaceleración depende de la velocidad de rotación, como se muestra en la Figura 5. También es posible que inmediatamente cuando empieza la desaceleración, se define la energía de desaceleración obtenida con el motor y esta energía es comparada con la energía del movimiento rotatorio del carrete de máquina rotatorio. Entonces es posible determinar justo en el comienzo de la desaceleración, si el freno mecánico será necesitado para desacelerar el carrete. La energía del carrete de máquina puede ser calculada simplemente a partir de la inercia y la velocidad angular y la energía de desaceleración puede ser definida como un área superficial delimitada por la curva de la Figura 5 entre la velocidad igual a cero y la velocidad de rotura de la banda. Si la energía del carrete de máquina es más alta que la energía de desaceleración obtenida por desaceleración eléctrica, debe utilizarse el freno mecánico. El cálculo puede ser realizado calculando primero el tiempo de detención obtenido por desaceleración eléctrica, del que se obtiene desaceleración, sobre esta base se decide el uso del freno mecánico. También es concebible que, sobre la base de estos cálculos, se decida el instante de tiempo para poner en funcionamiento el freno mecánico.

5 Cuando el carrete de máquina rotatorio se ha detenido, el freno mecánico es trabado. En un aparato que implementa el método de la invención, la fuerza de desaceleración del freno mecánico puede reducirse en comparación con la fuerza anterior. Si el freno mecánico es hidráulico, por ejemplo, puede disminuirse la presión hidráulica, porque la mayor parte de la desaceleración se hace eléctricamente, y el freno mecánico se utiliza sólo a velocidades bajas de rotación o en disfunciones de la red eléctrica.

10 Según una realización preferida del método inventivo, el par de desaceleración eléctrica está limitado con respecto al valor máximo de la mecánica. Es decir, el par de desaceleración no debe ser tan alto como para dañar la mecánica del sistema. Esto también debe tenerse en cuenta en una situación en la que el freno mecánico se pone en funcionamiento. Si el freno mecánico debe ponerse en funcionamiento para detener el carrete en el tiempo definido, al mismo tiempo debe considerarse el hecho de que el par de suma de las desaceleraciones eléctricas y mecánicas no debe ser mayor que el límite establecido por la mecánica. El par obtenido por desaceleración eléctrica puede ser ajustado y, como el par obtenido por el freno mecánico es constante y conocido, el límite establecido por la mecánica puede ser tenido en cuenta ajustando el par de la desaceleración eléctrica.

15 El aparato de la invención comprende unos medios para detectar una rotura en una banda de papel del carrete de máquina, unos medios para determinar continuamente la inercia del carrete de máquina, unos medios para determinar continuamente la velocidad angular del carrete de máquina, unos medios para determinar el par necesario para desacelerar el carrete de máquina sobre la base de la inercia y la velocidad angular para detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido, unos medios para desacelerar eléctricamente el carrete de máquina con el fin de detenerlo y unos medios para utilizar un freno mecánico cuando la velocidad de rotación del carrete de máquina es menor que una velocidad de rotación predefinida y cuando el par que va a ser obtenido por desaceleración eléctrica es demasiado pequeño para detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido. Estos medios pueden ser implementados como una combinación de un sistema de control, unidad de alimentación e inversor, mientras que uno de estos elementos comprende la capacidad de cálculo para realizar los cálculos necesarios.

25 La capacidad de cálculo reside normalmente en el sistema de control que puede recibir información de medición desde el proceso así como datos producidos por la unidad de alimentación y los inversores. Sobre la base de estos datos, el sistema de control calcula los controles y produce señales de salida para realizar la desaceleración según la invención.

30 La invención puede ser implementada en sistemas existentes o utilizando elementos y dispositivos independientes de una manera centralizada o distribuida. Los dispositivos existentes, tales como sistemas de control, comprenden normalmente un procesador y una memoria que pueden ser utilizados para implementar la funcionalidad de las realizaciones de la invención. De este modo, todas las modificaciones y las configuraciones necesarias para implementar las realizaciones de la invención pueden ser realizadas utilizando rutinas de software que a su vez puede ser implementada como rutinas de software añadidas o actualizadas. Si la funcionalidad de la invención es aplicada por medio de software, el software puede ser proporcionado como un producto de programa informático que comprende un código de programa, cuya ejecución en un ordenador hace que el ordenador o el hardware correspondiente realice la funcionalidad según la invención como se ha descrito anteriormente. Este tipo de código de programa informático puede ser almacenado en un medio legible por ordenador, tal como un medio adecuado de almacenamiento, por ejemplo una memoria rápida o almacenamiento en discos, del que puede ser leído para una unidad o unidades que ejecutan el código de programa. Además, este tipo de código de programa puede ser cargado en una unidad o unidades para la ejecución por una red adecuada de datos, y puede reemplazar o puede actualizar un código de programa posiblemente existente.

45 Es obvio para un experto en la técnica que la idea básica de la invención puede ser implementada de muchas maneras diferentes. La invención y sus realizaciones no están limitadas de este modo a los ejemplos descritos anteriormente, pero pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la desaceleración de un carrete de máquina controlado por inversor en una máquina para fabricar papel, el método comprende las etapas de
 - detectar una rotura en una banda de papel del carrete de máquina,
 - 5 determinar la inercia del carrete de máquina,
 - determinar continuamente la velocidad angular del carrete de máquina,
 - determinar continuamente el par necesario para desacelerar el carrete de máquina sobre la base de la inercia y la velocidad angular con el fin de detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido,
 - desacelerar eléctricamente el carrete de máquina para detenerlo,
 - 10 caracterizado por utilizar un freno mecánico, cuando la velocidad de rotación del carrete de máquina es más baja que la velocidad de rotación predefinida y cuando el par conseguido por la desaceleración eléctrica es demasiado bajo para detener el carrete de máquina en el tiempo predefinido.
2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado por determinar continuamente la inercia del carrete de máquina durante la desaceleración.
- 15 3. Un método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por desacelerar eléctricamente el carrete de máquina utilizando el mayor par posible disponible.
4. Un método según la reivindicación 1, 2 o 3 caracterizado porque el método comprende la etapa de determinar continuamente la magnitud del par de desaceleración obtenido por desaceleración eléctrica.
5. Un método según la reivindicación 4, caracterizado porque el método también comprende las etapas de
 - 20 limitar el par de desaceleración obtenido por desaceleración eléctrica, cuando el par instantáneo de desaceleración supera un límite establecido para la mecánica del sistema.
6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, caracterizado porque el método comprende las etapas de determinar, después de que la banda de papel del carrete de máquina se haya roto, la energía vinculada al movimiento rotatorio del carrete de máquina sobre la base de la velocidad
 - 25 angular y la inercia del carrete de máquina,
 - determinar la cantidad de energía que se obtiene por desaceleración eléctrica,
 - comparar las cantidades de energía determinadas anteriormente, y
 - determinar la necesidad de utilizar un freno mecánico, cuando la cantidad de energía obtenida por desaceleración eléctrica es más pequeña que la energía vinculada al movimiento rotatorio.
- 30 7. Un método según la reivindicación 6, caracterizado porque el método también comprende la etapa de determinar el momento de utilizar el freno mecánico sobre la base de la comparación de las cantidades de energía.
8. Un aparato para desacelerar un carrete (2) de máquina controlado por inversor en una máquina para fabricar papel, el aparato comprende un freno mecánico (3) adecuado para desacelerar el carrete de
 - 35 máquina, el aparato comprende
 - unos medios para detectar una rotura de una banda de papel del carrete (2) de máquina,
 - unos medios para determinar la inercia del carrete (2) de máquina,
 - unos medios para determinar continuamente la velocidad angular del carrete de máquina,
 - unos medios para determinar el par necesario para desacelerar el carrete de máquina sobre la base de la inercia y la velocidad angular con el fin de detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido,
 - unos medios (4, 5, 6, 7) para desacelerar eléctricamente el carrete de máquina para detenerlo,
 - caracterizado por unos medios para utilizar el freno mecánico (3), cuando la velocidad de rotación del carrete (2) de máquina es más baja que la velocidad de rotación predefinida y cuando el par conseguido por la desaceleración eléctrica es demasiado bajo para detener el carrete de máquina en el tiempo predefinido.
- 45 9. Un producto de programa informático que comprende un código de programa informático, cuya ejecución en un ordenador hace que el ordenador realice las etapas de

detectar una rotura en una banda de papel del carrete de máquina,

determinar la inercia del carrete de máquina,

determinar continuamente la velocidad angular del carrete de máquina,

5 determinar continuamente el par necesario para desacelerar el carrete de máquina sobre la base de la inercia y la velocidad angular con el fin de detener el carrete de máquina en un tiempo predefinido,

generar una señal para desacelerar eléctricamente el carrete de máquina para detenerlo,

caracterizado por generar una señal para utilizar el freno mecánico, cuando la velocidad de rotación del carrete de máquina es más baja que la velocidad de rotación predefinida y cuando el par conseguido por la desaceleración eléctrica es demasiado bajo para detener el carrete de máquina en el tiempo predefinido.

10





