

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 962**

51 Int. Cl.:

B60T 8/88 (2006.01)

G01L 5/28 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014** **E 14175525 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** **EP 2962913**

54 Título: **Procedimiento para determinar el desgaste de un freno mecánico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2018

73 Titular/es:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:
HEINING, HANS-DIETER

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 659 962 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar el desgaste de un freno mecánico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar el desgaste total de un freno mecánico de un accionamiento eléctrico, estando ocasionado el desgaste total por procesos de frenado del freno, mediante los que se frena un movimiento cualquiera del accionamiento eléctrico.

La presente invención se refiere, además, a un dispositivo de control para un accionamiento eléctrico, mediante el que puede frenarse un movimiento cualquiera mediante un freno mecánico.

10 Los frenos de parada mecánicos de los motores eléctricos se desgastan por su intervención repetida cuando está el motor en rotación. Esto rige en especial cuando deben realizarse frenados de emergencia bajo un elevado número de revoluciones. Si dentro del ámbito de los procesos de frenado se sobrepasa el límite de desgaste del freno, a partir de este momento el freno ya no funcionará de acuerdo con lo previsto. Por ejemplo, es posible que el freno ya no pueda aplicar el momento de parada especificado, sino solamente un momento de parada reducido. Es posible incluso que el freno directamente deje de funcionar en absoluto. Por ello, un freno desgastado o por lo menos sus partes desgastables debe cambiarse en el momento oportuno.

15 Por lo general, en el caso de los accionamientos eléctricos usuales, no se lleva a cabo ninguna función que supervise el freno de detención durante su operación y que pueda reconocer tanto trastornos de funcionamiento del freno como también a título preventivo un desgaste del freno, de manera tal que sea posible planificar selectivamente el mantenimiento del freno de parada.

20 En la práctica se conoce y se utiliza una función de seguridad denominada "prueba de freno seguro". Dentro del alcance de esta prueba, se verifica si el freno todavía funciona. Se requiere una secuencia de prueba específica, que debe realizarse fuera de la operación normal del accionamiento eléctrico. Por ello, la secuencia de las pruebas puede ocasionar un trastorno en el desarrollo normal de la producción dentro de la cual se utiliza el accionamiento eléctrico. Por otra parte, con ayuda de la secuencia de pruebas, es difícil determinar si en ese momento el freno funciona de acuerdo con sus especificaciones. Sin embargo, no es posible predecir durante
25 cuánto tiempo más seguirá funcionando el freno. En caso extremo, el freno podría fallar ya en ocasión del subsiguiente proceso de frenado.

30 Del documento DE 101 47 817 A1 y del correspondiente documento US 2003/0061872 A1, se conoce un procedimiento para reconocer el desgaste de un freno. Dentro de los alcances de dicho procedimiento, se registran magnitudes de medición mediante las cuales es posible determinar el desgaste actual del freno. Sin embargo, para implementar dicho procedimiento, se requiere un registro rápido y preciso de corrientes y tensiones durante el correspondiente proceso de frenado. Esto requiere un despliegue importante de hardware y, con ello, costos adicionales. Además, es difícil implementar el procedimiento en un entorno con efectos de ruido, que es cuando las magnitudes de perturbación se superponen a las corrientes y tensiones eléctricas detectadas.

35 Otros procedimientos relevantes se conocen a partir de los documentos EP 1435470 A1 y DE 102009016664 A1. El objetivo de la presente invención consiste en crear posibilidades mediante las cuales sea posible determinar y predecir de manera fiable el desgaste de un freno.

El objetivo se logra mediante un procedimiento y un dispositivo con las características de las reivindicaciones 1 ó 3.

40 Por lo tanto, los alcances del procedimiento de acuerdo con la invención no se limitan a sumar la cantidad de procesos de frenado. En cambio, al inicio del correspondiente proceso de frenado, se determina individualmente para cada proceso de frenado, con ayuda del correspondiente estado real del accionamiento eléctrico, el correspondiente desgaste individual del freno. De esta manera, mediante la suma de los desgastes individuales a lo largo de los procesos de frenado o mediante modalidades de procedimientos similares, se determina de
45 modo fiable el desgaste total del freno.

Es posible que el correspondiente estado real sea conocido gracias a un control del accionamiento eléctrico en sí. En tales casos, es posible determinar directamente el correspondiente desgaste individual. Sin embargo, en muchos casos, se registran los valores de medición al inicio del correspondiente proceso de frenado y se determina el correspondiente estado real bajo utilización de los valores medidos. El estado real correspondiente
50 es una función de la energía que debe aplicarse dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado del freno. La energía que debe aplicarse dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado del freno depende por lo menos de la energía cinética del accionamiento eléctrico presente al inicio del correspondiente proceso de frenado. Es posible que no existan otras dependencias funcionales más amplias. La energía que

debe aplicarse dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado del freno depende adicionalmente de un correspondiente momento de freno aplicado por el freno y de un momento de carga que actúa sobre el accionamiento eléctrico.

5 Las propiedades, características y ventajas de esta invención descritas precedentemente, como también el modo y forma en que se las obtiene, serán expuestas con mayor detalle y claridad junto con la siguiente descripción de los ejemplos de realización que se explican con mayor detenimiento juntamente con los dibujos. En cuanto a los dibujos:

la Figura 1 representa un accionamiento eléctrico con un freno mecánico; y

la Figura 2 representa un diagrama de flujo.

10 De acuerdo con la Figura 1, un accionamiento eléctrico 1 es controlado por un dispositivo de control 2. El accionamiento eléctrico 1 está conectado a una fuente de suministro de energía eléctrica 3, frecuentemente con la red eléctrica pública. Por lo general, entre el suministro de energía eléctrica 3 y el accionamiento eléctrico 1 se halla dispuesto un convertidor 4. Mediante el accionamiento eléctrico 1, se desplaza una carga 5. En la Figura 1, se ha representado como ejemplo solamente una carga suspendida 5. Sin embargo, la carga 5 podría estar
15 configurada como otra carga.

El accionamiento eléctrico 1 presenta un freno mecánico 6. Mediante el freno mecánico 6, es posible frenar el movimiento correspondiente del accionamiento eléctrico 1 y llevarlo a un estado de detención.

20 El freno 6 está expuesto a desgaste. En especial, durante cada proceso de frenado, durante el que el accionamiento eléctrico 1 es frenado por el freno 6, se presenta un correspondiente desgaste individual EV (del alemán, Einzelverschleiß) del freno 6. Los desgastes individuales EV que se presentan a lo largo de varios procesos de frenado se adicionan entre sí de manera de representar un desgaste global GV (del alemán, Gesamtverschleiß) del freno 6. La determinación del desgaste global GV es el objeto de la presente invención.

25 Para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, el dispositivo de control 2 de acuerdo con la Figura 2 verifica en una etapa S1 si debe accionarse el freno mecánico 6 y, por lo tanto, si el accionamiento eléctrico 1 ha de ser llevado a un estado de detención mediante el freno mecánico 6. La etapa S1 se lleva a cabo, eventualmente de modo repetido, hasta que esto suceda. En especial, el dispositivo de control 2 se activa también durante la etapa S1 cuando el accionamiento eléctrico 1 ha de ser llevado al estado de detención de otra manera que con el freno mecánico 6. Por ejemplo, el dispositivo de control 2 se activa también en la etapa S1 cuando, sin que se controle
30 el freno 6, el accionamiento eléctrico 1 ha de ser llevado al estado de detención mediante el control correspondiente del accionamiento eléctrico 1 o mediante el control correspondiente del convertidor 4. Por lo tanto, el criterio decisivo que se verifica dentro del alcance de la etapa S1, no es si el accionamiento eléctrico 1 ha de ser llevado al estado de detención. El criterio decisivo es si una transferencia de este tipo al estado de detención ha de efectuarse mediante el freno 6.

35 Cuando el accionamiento eléctrico 1 ha de ser llevado mediante el freno mecánico 6 al estado de detención, el dispositivo de control 2 pasa a una etapa S2. En la etapa S2, el dispositivo de control 2 determina un estado real IZ (del alemán, Istzustand) del accionamiento eléctrico 1, que presenta el accionamiento eléctrico 1 al inicio del correspondiente proceso de frenado. Por lo general, el estado real IZ es función de la energía por aplicar por el freno 6 dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado. A su vez, la energía por aplicar por el freno dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado depende de la energía cinética E presente al inicio del
40 correspondiente proceso de frenado del accionamiento eléctrico 1. La energía cinética E del accionamiento eléctrico 1 está determinada por la siguiente relación:

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2 = 2\pi^2 J n^2 \quad (1)$$

45 J es el momento de inercia efectiva de la transmisión 1, que eventualmente incluye el momento de inercia efectiva de la carga 5. ω es la frecuencia de circuito del accionamiento eléctrico 1, n es la cantidad de revoluciones (expresada en la unidad 1/s).

50 En muchos casos, el momento de inercia efectiva J es constante o bien por lo menos esencialmente constante. En este caso, puede desdarse la dependencia con respecto al momento de inercia J, por cuanto se trata meramente de una constante. En este caso, la energía cinética E del accionamiento eléctrico al inicio del correspondiente proceso de frenado depende funcionalmente sólo del número de revoluciones n. Además, independientemente de si el momento de inercia efectiva J es constante o bien por lo menos esencialmente constante o no, es posible evaluar alternativamente el número de revoluciones n como magnitud absoluta o como

magnitud relativa (es decir, normalizado a un número de revoluciones nominal). Sin embargo, es necesario tener en cuenta adicionalmente un correspondiente momento de frenado MK aplicado por el freno 6 y un momento de carga ML (del alemán, Lastmoment) actuante sobre el accionamiento eléctrico 1. En este caso, es posible determinar el estado real IZ, por ejemplo, de acuerdo con la relación:

$$IZ = E \cdot \frac{MK}{MK + ML} \quad (2)$$

En la ecuación precedente, el signo del momento de frenado ML y del momento de carga ML se determinan de manera tal que actúen con la misma dirección. Por lo tanto, cuando el accionamiento eléctrico 1 es frenado tanto mediante el momento de frenado MK como también mediante el momento de carga ML, el estado real IZ presenta un valor más pequeño que la energía cinética del accionamiento eléctrico 1 presente al inicio del correspondiente proceso de frenado. Por el contrario, cuando el momento de frenado MK debe superar el momento de carga, para tener como efecto de alguna manera un frenado del accionamiento eléctrico 1, el estado real IZ presenta un valor mayor que la energía cinética E del accionamiento eléctrico 1 presente al inicio del correspondiente proceso de frenado.

Como alternativa, es posible determinar, por ejemplo, el estado real IZ de acuerdo con la siguiente relación:

$$IZ = E \cdot \frac{MK^2}{MK^2 - ML^2} \quad (3)$$

Sin embargo, otras relaciones pueden ser adecuadas, en función de la condición del caso individual.

En una etapa S3 el dispositivo de control 2 determina con ayuda del correspondiente estado real IZ del accionamiento eléctrico 1 al inicio del correspondiente proceso de frenado un desgaste individual EV del freno 6 previsto para el proceso de frenado correspondiente. El desgaste individual EV puede ser proporcional, por ejemplo, a la energía a ser aplicada por el freno 6 dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado.

En una etapa S4, el dispositivo de control 2 determina con ayuda de desgaste individual EV determinado en la etapa S3 en relación con el desgaste total GV anterior un nuevo desgaste total GV del freno 6. En el caso más sencillo, el dispositivo de control 2 determina en la etapa S4 el nuevo desgaste total GV por el hecho de añadir el desgaste individual al desgaste total GV anterior.

En una etapa S5 el dispositivo de control 2 compara el desgaste total GV determinado con un límite de desgaste G_{máx} (por ejemplo: el 90% del desgaste máximo admisible). Cuando se haya alcanzado el límite de desgaste G_{máx}, el dispositivo de control 2 pasa a una etapa S6. En la etapa S6, el dispositivo de control 2 adopta medidas adecuadas. Por ejemplo, puede emitir un aviso a un operador 7 y/o a un dispositivo de control jerárquicamente superior 8. Es incluso posible que el dispositivo de control 2 transmita un correspondiente aviso a un servicio de cliente por medio de una conexión de red, por ejemplo, por correo electrónico o similar, de manera que desde dicho servicio de cliente pueda disponerse un mantenimiento del accionamiento eléctrico 1 o bien del freno 6.

Si el dispositivo de control no pasa a la etapa S6, el dispositivo de control 2 retrocede hacia la etapa S1.

Eventualmente también es posible retroceder desde la etapa S6 a la etapa S1. Por ejemplo, es posible que el correspondiente aviso sea emitido entonces cuando el desgaste total GV determinado todavía no es crítico. En este caso, es posible continuar con la operación del accionamiento eléctrico 1. En cambio, si el desgaste total GV determinado es crítico, el dispositivo de control 2 pasa de la etapa S6 a una etapa S7, en la que detiene el accionamiento eléctrico 1.

Dentro de los alcances de la etapa S6, también son posibles modalidades de procedimiento más complejas. Por ejemplo, puede tener lugar una verificación más amplia de si se supera otro límite de desgaste, situado por encima del límite de desgaste G_{máx} (por ejemplo: el 98% del máximo desgaste admisible). En un caso, se emite meramente un aviso al operador 7 y/o al dispositivo de control jerárquicamente superior 8 y, a continuación, se retrocede a la etapa S1. En otro caso, se emite otro aviso al operador 7 y/o al dispositivo de control jerárquicamente superior y a continuación se pasa a la etapa S7.

Es posible que el dispositivo de control 2 determine el estado real IZ con ayuda de los estados internos del dispositivo de control 2. Por ejemplo, el dispositivo de control 2 puede conocer la cantidad de revoluciones n del accionamiento eléctrico 1 por medio del control del convertidor 4. Otras magnitudes como por ejemplo el momento de inercia J, el momento de frenado MK y el momento de carga ML pueden ser conocidas por el dispositivo de control 2 gracias a una correspondiente parametrización. En tales casos, no es necesario detectar valores de medición al inicio del correspondiente proceso de frenado. Sin embargo, frecuentemente tiene lugar,

por lo menos al inicio del correspondiente proceso de frenado, la detección de tales valores de medición, en especial de la cantidad de revoluciones n . En este caso, el dispositivo de control 2 determina el correspondiente estado real IZ bajo la utilización del valor de detección n detectado.

5 La escala del desgaste individual EV y del desgaste total GV puede llevarse a cabo según necesidad. Por ejemplo, puede tratarse de una magnitud en la dimensión "energía". Como alternativa, puede tratarse de una magnitud en la dimensión tiempo², por ejemplo, porque el momento de inercia efectiva J es constante. Como otra alternativa más, puede tratarse de una magnitud adimensional, por ejemplo, porque el momento de inercia efectiva es constante y se utiliza la cantidad de revoluciones n como valor relativo. La elección de la modalidad de procedimiento depende de las preferencias del experto en la técnica.

10 La presente invención presenta numerosas ventajas. En especial, es posible determinar de manera sencilla y confiable el desgaste total GV del freno 6. Por otra parte, dado que dentro del alcance de la presente invención solamente los valores correspondientes al inicio del proceso de frenado pertinente son relevantes, no es necesaria una detección rápida de magnitudes que son variables en el tiempo. Además, el cálculo puede tener lugar en segundo plano en un lapso de tiempo breve, de manera tal que ejerce una influencia nula o esencialmente desdeñable sobre los límites de carga de los procesadores. El procedimiento de acuerdo con la invención puede implementarse según necesidad en una regulación de transmisión asociada al convertidor 4 o en un dispositivo de control jerárquicamente superior (dispositivo de control tecnológico).

En resumen, la presente invención se refiere al siguiente estado de cosas:

20 Para un freno mecánico 6 de un accionamiento eléctrico 1, debe determinarse un desgaste total GV ocasionado por procesos de frenado, mediante los que se frena un movimiento correspondiente del accionamiento eléctrico 1. Para esta finalidad, en el caso de un correspondiente proceso de frenado y con ayuda de un correspondiente estado real IZ del accionamiento eléctrico 1, al inicio del correspondiente proceso de frenado, se determina un desgaste individual EV previsto para el correspondiente proceso de frenado del freno 6. En base al desgaste individual EV determinado, y junto con el desgaste total GV anterior del freno 6, se determina un nuevo desgaste
25 total GV del freno 6.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para determinar un desgaste total (GV) de un freno mecánico (6) de un accionamiento eléctrico (1), mediante el cual se desplaza una carga suspendida (5),

5 - en donde el desgaste total (GV) es causado por procesos de frenado del freno (6), mediante los que se frena un correspondiente movimiento del accionamiento eléctrico (1);

- en donde, en caso de un correspondiente proceso de frenado, un dispositivo de control (2) del accionamiento eléctrico (1) determina un correspondiente estado real (IZ) de la transmisión (1) al inicio del correspondiente proceso de frenado, que es característico de la energía a aplicar por el freno (6) dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado;

10 - en donde el dispositivo de control (2) determina, con ayuda del estado real (IZ), un desgaste individual (EV) del freno (6) previsto para el correspondiente proceso de frenado;

- en donde el dispositivo de control (2) determina, con ayuda del desgaste individual (EV) determinado asociado con el desgaste total (GV) anterior del freno (6), un nuevo desgaste total (GV) del freno (6);

15 - en donde el dispositivo de control (2), durante la determinación de la energía por aplicar por el freno (6) dentro del alcance del correspondiente proceso de frenado, tiene en cuenta la energía cinética (E) presente al inicio del correspondiente proceso de frenado del accionamiento eléctrico (1) y adicionalmente un correspondiente momento de frenado (MK) aplicado por el freno y un momento de carga (ML) que actúa sobre el accionamiento eléctrico (1);

20 - en donde la energía cinética giratoria (E) del accionamiento eléctrico (1) comprende la energía cinética de la carga (5);

- en donde la transmisión (1) es frenada tanto mediante el momento de frenado (MK) como también mediante el momento de carga (ML) o el momento de frenado (MK) ha de superar el momento de carga (ML), a efectos de implementar de alguna manera un frenado del accionamiento eléctrico (1),

caracterizado porque el dispositivo de control (2) determina el estado real (IZ) en base a una de las relaciones

25
$$IZ = E \cdot \frac{MK}{MK + ML}$$

y

$$IZ = E \cdot \frac{MK^2}{MK^2 - ML^2}$$

en donde IZ es el estado real (IZ), E es la energía cinética giratoria (E) del accionamiento eléctrico (1), MK es el momento de frenado (MK) y ML es el momento de carga (ML).

30 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, al inicio del correspondiente proceso de frenado, se detectan valores de medición (n) y porque se determina el correspondiente estado real (IZ) bajo utilización de los valores de medición (n).

35 3. Dispositivo de control para un accionamiento eléctrico (1), cuyo movimiento correspondiente puede ser frenado por medio de un freno mecánico (6), caracterizado porque el dispositivo de control está configurado de manera tal que, durante la operación, lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

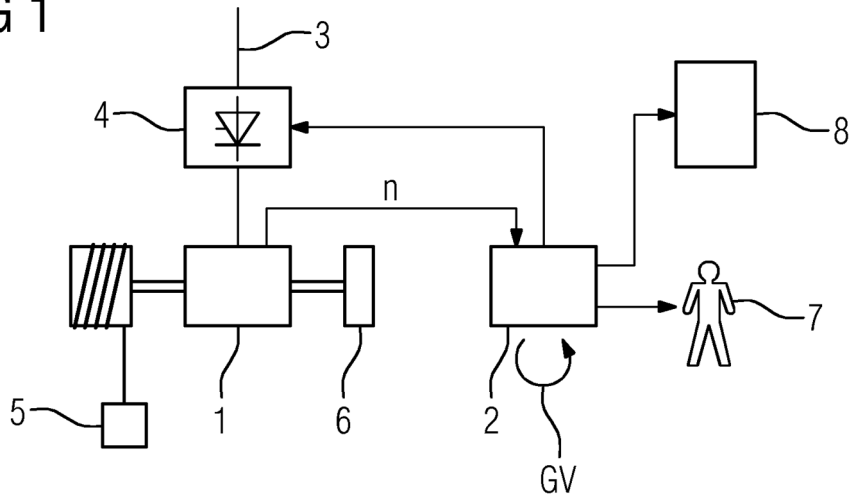


FIG 2

