

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 316**

51 Int. Cl.:

**E05F 15/627**

(2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2020** **E 20181352 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 3757336**

54 Título: **Procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento**

30 Prioridad:

**24.06.2019 DE 102019116913**

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

**11.12.2024**

73 Titular/es:

**BODE - DIE TÜR GMBH (100.0%)**  
**Ochshäuser Straße 14**  
**34123 Kassel, DE**

72 Inventor/es:

**ANDLER, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 992 316 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 la tensión de una correa de accionamiento

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento. La invención también se refiere a un sistema de puerta, concretamente un sistema de puerta de corredera o de puerta pivotante y de corredera.

- 10 Los sistemas electromecánicos, como los sistemas de puerta motorizados, suelen utilizarse en funcionamiento constante y continuo, por lo que están expuestos a cargas constantes. La presente invención hace referencia en particular a correas de accionamiento utilizadas en tales sistemas, que por regla general están previstas para transmitir a una carga un par generado por una unidad de accionamiento, por ejemplo una hoja de puerta en el caso de un sistema de puerta. La carga puede ponerse en movimiento en el curso de la transferencia de par, en el caso de una hoja de puerta, por ejemplo, en un movimiento de apertura o cierre. Debido al uso continuo de sistemas electromecánicos (por ejemplo, en los sistemas de puerta en vehículos de transporte público), las correas de accionamiento utilizadas en estos sistemas también están expuestas a un esfuerzo continuo.

- 15 Los daños en las correas de accionamiento pueden afectar al funcionamiento del sistema electromecánico asociado o incluso provocar su fallo, lo que inevitablemente conlleva un mayor riesgo para la seguridad. En consecuencia, es de gran interés desarrollar un procedimiento de supervisión de estado eficaz para correas de accionamiento que permita optimizar el mantenimiento y predecir el estado de tensión. Una medida para ello puede ser la tensión de la correa de accionamiento.

- 20 Como es sabido, el uso de correas de accionamiento no se limita a los sistemas de puertas. Esto se debe a que las correas de accionamiento se utilizan en muchos sistemas técnicos diferentes. Cabe destacar en este punto que la invención no se limita a los sistemas de puerta y también se refiere a los sistemas electromecánicos utilizados en otros ámbitos técnicos. Las correas de accionamiento se utilizan ampliamente en una gran variedad de aplicaciones industriales, como ventiladores, bombas, compresores, etc.

- 25 Durante el funcionamiento (en particular el funcionamiento continuo), las correas de accionamiento están sometidas a una fatiga mecánica cada vez mayor. La carga mecánica sobre la correa de accionamiento puede aumentar el llamado resbalamiento de la correa (resbalamiento por deslizamiento o resbalamiento por elongación); lo mismo se cumple con las pérdidas de tensión que aumentan continuamente. En última instancia, las cargas mecánicas pueden incluso reducir la vida útil de la correa de accionamiento y, en el peor de los casos, provocar una rotura de la correa de accionamiento.

- 30 Con respecto al uso de correas de accionamiento en los sistemas de puertas que ya se ha mencionado cabe señalar que un gran porcentaje de los sistemas de puertas utilizados hoy en día en los medios de transporte utilizados para el transporte público de personas (es decir, vehículos de ruedas, por ejemplo, autobuses, así como vehículos ferroviarios, por ejemplo, tranvías, metros, trenes, etc.) se basan en el uso de correas de accionamiento. En los sistemas de puertas, la función principal de la correa de accionamiento consiste en proporcionar un movimiento de una hoja de puerta, es decir, en el curso de la transferencia de un par generado por una unidad de accionamiento (o motor) a la hoja de puerta. Ajustando la amplitud y la dirección del par que actúa, las hojas de puerta pueden acelerarse en su movimiento, frenarse e invertirse en su dirección de movimiento.

- 35 En principio, lo mismo se cumple para la utilización de correas de accionamiento en sistemas de entrada como los sistemas de peldaños deslizantes o plegables. En este caso, a través de una correa de accionamiento se proporciona un movimiento horizontal de un peldaño deslizante, por ejemplo en dirección a una plataforma de pasajeros (y viceversa). En el caso de los sistemas de peldaños plegables, el movimiento proporcionado se refiere al plegado y desplegado del peldaño plegable. En los casos mencionados, la correa de accionamiento se guía por regla general a través de poleas de inversión (o poleas de transmisión), por ejemplo dos poleas de inversión, y se conecta tanto a la unidad de accionamiento o a un árbol de salida asociado como a la hoja de la puerta (o peldaño deslizante) que debe considerarse como carga a través de elementos de conexión mecánicos adecuados que son bien conocidos por el estado de la técnica. La parte de la correa de accionamiento que tira de la polea de transmisión del lado de accionamiento (y que está bajo tensión de tracción) suele denominarse ramal conductor, y la parte opuesta, ramal arrastrado.

- 40 Dependiendo del tipo, material y tamaño, la tensión de tracción necesaria para el funcionamiento fiable de un sistema electromecánico puede variar. Como se ha descrito anteriormente, la tensión de tracción cambia principalmente a medida que avanza la vida útil de la correa de accionamiento como resultado de las cargas mecánicas que actúan sobre la correa de accionamiento durante el funcionamiento. Además, la tensión de tracción se ve influida por la temperatura y los procesos naturales de envejecimiento específicos de cada material. En consecuencia, las correas de accionamiento presentan un margen de tolerancia para la tensión de tracción en el que se garantiza un funcionamiento fiable o un uso fiable de la correa de accionamiento. Cuando se hace referencia a la "tensión" en el marco de la presente invención, esta debe entenderse principalmente como tensión de tracción o tensión de correa de la correa de accionamiento.

Para evitar el mal funcionamiento de la correa de accionamiento durante el funcionamiento, existen procedimientos de mantenimiento de rutina que incluyen el control y ajuste de la tensión de correa. Otro concepto que puede complementar o sustituir al mantenimiento rutinario es el mantenimiento basado en el estado. Esto permite detectar anomalías o fallos de funcionamiento de la correa de accionamiento antes de que se produzcan realmente daños o averías en la correa de accionamiento.

Por el estado de la técnica se conocen dos procedimientos habituales para medir la tensión de tracción de una correa de accionamiento. El método más habitual consiste en medir la tensión de tracción a través de la frecuencia de oscilaciones. Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la tensión de tracción. Sin embargo, este método no es adecuado para realizar mediciones en tiempo real durante el funcionamiento activo (es decir, el uso la correa de accionamiento en un sistema en funcionamiento, como un sistema de puerta), ya que requiere una estimulación específica de la correa de accionamiento para desencadenar las vibraciones necesarias para la medición. Además, este procedimiento de medición requiere el uso de un sensor adecuado, que debe colocarse cerca de la correa de accionamiento. Adicionalmente, debe garantizarse que la correa de accionamiento se encuentre en una posición estática sin carga mecánica durante la medición. Este procedimiento tiene un alto grado de precisión y se utiliza de forma estándar en una gama de frecuencias de 10 a 300 Hz. A este respecto, la desventaja es que se necesita hardware adicional (sensores, dispositivo de transferencia de contracción), lo que conlleva costes adicionales.

El otro método habitual consiste en medir el aumento de longitud de correa tensando la correa de accionamiento. Este método es menos complejo y costoso que el primero, pero su desventaja es la menor precisión. Además, este método no puede utilizarse cuando ya se ha tensado la correa. Este procedimiento se utiliza por regla general para vanos superiores a 1 metro.

Otra forma de determinar la tensión de una correa de accionamiento consiste en disponer una galga extensiométrica directamente en el interior de la correa de accionamiento (o en la estructura mecánica asociada, que se tensa con la misma fuerza que la correa de accionamiento). Al implementar una cinta extensiométrica directamente en la correa de accionamiento, la correa debe abrirse (por ejemplo, cortarse) y volver a ensamblarse o cerrarse con la galga extensiométrica. Un modo de proceder de este tipo es relativamente complejo y requiere etapas de trabajo manual. La otra posibilidad es implementar la galga extensiométrica, por ejemplo, en el mecanismo de un dispositivo tensor de la correa de accionamiento, por ejemplo, un tornillo. Este procedimiento permite una medición casi directa de la tensión de correa.

Sin embargo, el uso de galgas extensiométricas presenta varios inconvenientes. Por un lado, la precisión de medición de las galgas extensiométricas depende en gran medida de la temperatura y, por otro, son relativamente sensibles a las cargas mecánicas. Al implantar o incrustar estas galgas extensiométricas en una correa de accionamiento, esta se ve modificada físicamente por la incrustación de este elemento sensor, es decir, la incrustación puede influir en las propiedades físicas (por ejemplo, la tensión de tracción) y, por tanto, provocar imprecisiones en las mediciones e incluso pérdidas de rendimiento de la correa de accionamiento. Por último, una medición de este tipo (basada en galgas extensiométricas) requiere un equipo electrónico independiente para evaluar las señales procedentes de las galgas extensiométricas, por ejemplo, que comprende un puente de Wheatstone y un amplificador. Este procedimiento sólo puede utilizarse para fines de prueba.

Por el documento DE 10 2017 124 599 A1 se conoce un procedimiento para detectar un estado de desgaste de un componente de un sistema de accionamiento de puerta de un vehículo ferroviario, en donde el procedimiento presenta una etapa de lectura en una secuencia de primeros parámetros de motor y segundos parámetros de motor, en donde los primeros parámetros de motor representan una magnitud física diferente de un motor del sistema de accionamiento de puerta como los segundos parámetros del motor. El procedimiento presenta una etapa de verificar si un valor que representa la secuencia del primer parámetro de motor cumple un criterio predeterminado para detectar el estado de desgaste del componente del sistema de accionamiento de la puerta.

En consecuencia, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento que permita una supervisión automatizada del estado de tensión durante el uso activo de la correa de accionamiento en un sistema electromecánico, que sea asequible en comparación con los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, y que no perjudique las propiedades físicas de la correa de accionamiento.

Además, el objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de puerta que está preparado para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención y para resolver el objetivo antes mencionado.

Para resolver estos objetivos, se proponen un procedimiento con las características de la reivindicación de patente 1 y un sistema de puerta con las características de la reivindicación de patente 9.

La presente invención proporciona la solución técnica para proporcionar un procedimiento de mantenimiento orientado al estado para supervisar la tensión o la tensión de tracción de una correa de accionamiento. El uso de una tecnología especial de sensores no es necesario en el marco de la invención.

Como ya se ha mencionado, la presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento, en donde la correa de accionamiento está prevista para transferir un par generado por una unidad de accionamiento a una carga, por ejemplo, una hoja de puerta de un sistema de puerta. El procedimiento de acuerdo con la invención comprende a este respecto al menos las etapas que se describen a continuación:

En una etapa de procedimiento a., la carga (en el ejemplo de un sistema de puerta: una hoja de puerta de un sistema de puerta de corredera, sistema de puerta pivotante/de corredera o una puerta pivotante; en el ejemplo de un sistema de peldaños: un peldaño deslizante o un peldaño plegable) se mueve de un estado de movimiento a un estado de reposo. Durante la realización de la etapa de procedimiento a., la tensión de motor se registra en una etapa de procedimiento b. Para ello, en la zona del motor puede estar prevista una unidad de medición adecuada, por ejemplo, un medidor de esfuerzo. También pueden utilizarse otras formas de registrar la tensión de motor en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención, siempre que la tensión de motor se registre poco antes, durante y después de que la carga alcance el estado de reposo. En el marco de la etapa de procedimiento b., se crea o se proporciona una curva de tensión de motor resuelta en el tiempo a partir de la tensión de motor o de los datos de tensión de motor registrados. En la curva de tensión del motor, la tensión del motor se muestra en la ordenada y el tiempo en la abscisa de un sistema de coordenadas bidimensional. No obstante, los datos también pueden facilitarse en forma tabular.

La curva de tensión de motor resuelta en el tiempo hace referencia a la tensión de motor de un motor asignado a la unidad de accionamiento. A este respecto, el diseño, tipo, tamaño, etc. exactos del motor son irrelevantes. La curva de tensión del motor se puede calcular mediante una unidad de computación y control integrada en la unidad de accionamiento o en un componente circundante y conectada (de manera inalámbrica o por cable) a la unidad de medición para registrar la tensión de motor mediante tecnología de señalización. La curva de tensión de motor también puede proporcionarse mediante una unidad de computación y control externa que está conectada a la unidad de accionamiento o a la unidad de medición mediante tecnología de señalización (por ejemplo, a través de una conexión de señal inalámbrica). En este caso, también puede estar previsto que en la zona de la unidad de accionamiento y/o de la unidad de medición estén previstos microcontroladores que se conectan a la unidad de computación y de control externa a través de interfaces adecuadas en una conexión de señalización.

De acuerdo con la invención puede estar previsto grabar o registrar la tensión de motor de forma continua, es decir, constantemente, o sólo en un intervalo de tiempo definido poco antes, durante y después de que la carga alcance el estado de reposo. Además, puede estar previsto almacenar temporalmente los datos registrados en la unidad de computación o en una unidad de memoria (intermedia) asignada a la unidad de computación.

En otra etapa de procedimiento c., la corriente del motor se calcula a partir de la tensión de motor registrada o de la curva de tensión de motor y proporciona una curva de corriente de motor resuelta en el tiempo. La curva de corriente de motor tiene la misma dimensión temporal que la curva de tensión de motor. La corriente de motor se calcula preferentemente por computación, dado el caso con ayuda de otros parámetros característicos.

En otra etapa de procedimiento d., se evalúa la curva de corriente de motor resuelta en el tiempo y la tensión de la correa de accionamiento se calcula utilizando características de curva seleccionadas de la curva de corriente de motor. La evaluación también puede efectuarse mediante la unidad de computación y control antes mencionada que pueden estar integrada en la unidad de accionamiento o dispuesta externamente a la misma. Una unidad de computación y control externa también puede ser un servidor en un centro de datos, por ejemplo. En este caso, los datos se transmiten preferentemente al servidor mediante transferencia de datos móvil e inalámbrica.

La presente invención se basa en el hecho de que la tensión del motor en los sistemas electromecánicos es proporcional a la velocidad del motor (como parte de la unidad de accionamiento), mientras que la corriente del motor es proporcional al par generado por la unidad de accionamiento. Como ya se ha mencionado, la correa de accionamiento puede utilizarse para transferir el par generado por la unidad de accionamiento o el motor (es decir, en última instancia, la energía) a la carga, que también está conectada operativamente a la correa de accionamiento. Como la carga presenta un peso propio no despreciable, debe proporcionarse energía suficiente para que la carga pase de un estado de reposo a un estado de movimiento y se acelere a una velocidad determinada. El procedimiento de acuerdo con la invención utiliza en particular el cambio de un estado de movimiento a un estado de reposo para determinar la tensión de la correa de accionamiento.

La funcionalidad del procedimiento de acuerdo con la invención se explica a continuación utilizando un sistema de puerta como ejemplo. A este respecto puede tratarse, por ejemplo, de un sistema de puerta de corredera con al menos una hoja de puerta (puerta de corredera de una hoja), en donde la hoja de puerta debe considerarse una carga en el sentido de la terminología de la presente invención. Del mismo modo puede tratarse de un sistema de puerta de dos hojas compuesto por dos hojas de puerta. En tal caso, ambas hojas de puerta pueden representar en cada caso una carga en el sentido de la invención. En este caso, el procedimiento puede estar configurado de forma redundante, ya que si ambas hojas de puerta se mueven a través de un accionamiento o correa de accionamiento independiente, es deseable en el sentido de la invención supervisar la tensión de ambas correas de accionamiento.

El procedimiento de acuerdo con la invención también puede utilizarse para sistemas de puertas pivotantes/de corredera (ya sean de una o dos hojas). También debe destacarse expresamente que el procedimiento de acuerdo

con la invención no se limita a los sistemas de puerta y también puede utilizarse perfectamente para sistemas de paso. En un sistema de peldaños de este tipo (por ejemplo, un sistema de peldaños deslizantes o un sistema de peldaños plegables), un peldaño deslizante extensible y retráctil (o un peldaño plegable extensible y retráctil) puede considerarse una carga en el sentido de la invención, a la que también se transfiere una fuerza necesaria para el movimiento mediante una correa de accionamiento.

Cuando la carga (por ejemplo, la hoja de puerta) se mueve del estado de reposo al estado de movimiento, la unidad de accionamiento (que ha acelerado la carga hasta su velocidad de referencia o velocidad objetivo) sólo debe suministrar la energía suficiente para mantener la carga en movimiento. El par proporcionado por la unidad de accionamiento y que actúa sobre la correa de accionamiento se adapta de tal manera que las fuerzas de fricción que se producen en la unidad de accionamiento (motor, engranaje) puedan igualarse. Tras la aceleración de la carga (incluida su propia masa), esta se convierte en la fuente de la energía cinemática.

Dado que la correa de accionamiento proporciona una conexión elástico-mecánica entre la carga y la unidad de accionamiento (o motor), la tensión de la correa de accionamiento se puede calcular de acuerdo con la invención utilizando los valores característicos de motor.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse independientemente de un tipo determinado de motor o de una unidad electrónica para accionar el motor. Por ejemplo, en los sistemas de embarque desarrollados por el solicitante se utilizan con frecuencia motores de corriente continua con escobillas, en donde la unidad electrónica para accionar el motor consta normalmente de convertidores CC-CC de cuatro cuadrantes, también denominados en la jerga técnica convertidores de puente en H o puentes de motor. Además, los interruptores asociados al convertidor CC-CC pueden ser de cualquier tipo (suponiendo que sean adecuados), pero en este documento nos referiremos a los interruptores como los MOSFET.

En los sistemas de embarque mencionados (por ejemplo, un sistema de puerta), la hoja de puerta asociada puede adoptar dos posiciones finales, a saber, una posición final cerrada y otra abierta. La entrada a través de la puerta no es posible en la posición final cerrada, pero sí en la posición final abierta.

Ambas posiciones finales se caracterizan por el hecho de que la tensión de motor resultante en la unidad de accionamiento es cero, es decir, el motor está interrumpido eléctricamente por los semiconductores asociados al convertidor CC-CC. El peldaño deslizante o peldaño plegable asociado a un sistema de peldaños también puede adoptar dos de estas posiciones finales (o posiciones de reposo), a saber, una posición extendida o una posición retraída.

Como ya se ha mencionado, la carga en su movimiento genera energía cinética (debido a su propia masa en movimiento). Sin tener en cuenta la unidad de accionamiento, esta energía cinética también puede considerarse energía remanente, que se refleja, entre otras cosas, en la corriente de motor. Con respecto a los valores característicos de electricidad, la corriente de motor puede cambiar de signo cuando la carga se mueve. En principio, la corriente puede fluir del accionamiento a la fuente y de vuelta al accionamiento. Una vez finalizado el proceso de movimiento, es decir, cuando la carga alcanza una posición de reposo, la corriente puede decaer debido a las características elásticas del sistema hasta que se disipa la energía restante.

Poco antes de que la carga alcance el estado de reposo (es decir, una posición de apertura o de cierre de una hoja de puerta, por ejemplo), se requiere una "tensión mínima" para accionar la hoja de puerta a una determinada velocidad (lenta) y un determinado par incluso poco antes de alcanzar el estado de reposo. La velocidad o el par necesario para ello se especifican en la unidad de computación y control.

Una vez alcanzado el estado de reposo, se interrumpe el circuito eléctrico de la unidad de accionamiento previsto para proporcionar el par. Aunque la "tensión mínima" sea baja en comparación con la tensión nominal de la unidad de accionamiento, cambia muy rápidamente y provoca la parada del accionamiento.

En el marco del desarrollo de la presente invención, se constató que después de alcanzar la posición final, algo de energía intrínseca permanece en el sistema (en particular en la correa de accionamiento). Esto también tiene un efecto sobre los valores característicos de electricidad de la unidad de accionamiento o de un motor asociado, por ejemplo en forma de características de curva de la curva de tensión de motor o de la curva de corriente de motor. La tensión de tracción de la correa de accionamiento puede deducirse de estas características.

Después de apagar el motor, la energía intrínseca mencionada se transmite de la correa de accionamiento a la unidad de accionamiento o al motor hasta que la energía ha descendido a un nivel estacionario. Por tanto, la energía remanente del accionamiento depende (al menos temporalmente) de la tensión de tracción de la correa de accionamiento, entre otras cosas. En principio, la tensión de la tracción de la correa de accionamiento tiene un efecto directo en la elasticidad del sistema y, por tanto, en las características generales de amortiguación. Gracias a esta correlación, la tensión de tracción de la correa de accionamiento puede medirse indirectamente. Como se ha explicado anteriormente, un estado de desgaste de la correa de accionamiento puede derivarse de la tensión de tracción, por ejemplo al compararla con un valor inicial, valores de tabla o valores empíricos especificados de la tensión de tracción.

A partir de las características de curva de la curva de corriente de motor o de la curva de tensión de motor en un período de tiempo posterior al momento en que la carga alcanza la posición de reposo, es posible hacer afirmaciones sobre la tensión de la correa de accionamiento.

- 5 La corriente eléctrica es una magnitud física con una gran variabilidad. La amplitud y la forma de la curva de corriente de motor dependen de muchos factores diferentes. Dado que la curva de corriente de motor resuelta en el tiempo o las características de curva incluidas en ella se evalúan preferentemente de forma algorítmica para determinar la tensión de la correa de accionamiento, durante la evaluación deben tenerse en cuenta una serie de condiciones límite.
- 10 Cuando se usa el procedimiento en un sistema de puerta, los principales factores que hay que tener en cuenta son la temperatura y la inclinación del sistema de puerta. Lo mismo puede aplicarse a los sistemas de peldaño. Estos factores externos modifican la relación entre la corriente y la tensión de tracción de la correa de accionamiento. Para compensarlo, puede utilizarse un algoritmo de evaluación basado en la inteligencia artificial, que permite procesar conjuntos de datos multivariantes.
- 15 A pesar de que las hojas de puerta asociadas a un sistema de puerta retroceden muy rápida y repentinamente cuando se detecta un obstáculo, en el marco de la presente invención para determinar la tensión de la correa de accionamiento sólo se tienen en cuenta los casos de posición final "normales" especialmente la posición final de la(s) hoja(s) de puerta asociada al estado al estado abierto del sistema de puerta y la posición final de la(s) hoja(s) de puerta asociada al estado cerrado del sistema de puerta. Con la última posición final de cierre de la(s) hoja(s) de la puerta, deben
- 20 tenerse en cuenta otros efectos, como la influencia de un bloqueo de puerta o de una cerradura.

- Las reivindicaciones dependientes se refieren a diseños ventajosos y otros perfeccionamientos de la presente invención. Las características indicadas en las reivindicaciones dependientes pueden utilizarse en cualquier combinación para el perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención y el sistema de acuerdo con la
- 25 invención, en la medida en que sea técnicamente posible. Esto también se cumple si tales combinaciones no se aclaran expresamente mediante las referencias correspondientes en las reivindicaciones. En particular, esto también se cumple más allá de los límites de la categoría de las reivindicaciones de patente.

- 30 Según un primer diseño de la invención, la carga puede ser una hoja de puerta de un sistema de puerta de corredera o de puerta pivotante y de corredera de una o dos hojas. Del mismo modo, la carga también puede ser una hoja de puerta de un sistema de puerta pivotante. Además, un peldaño deslizante o un peldaño plegable de un sistema de peldaños deslizantes o de un sistema de peldaños plegables también puede considerarse una carga en el sentido de la presente invención.

- 35 Según otro diseño de la invención, el estado de movimiento se refiere a un movimiento de apertura o cierre de la hoja de puerta. En este caso, el estado de reposo puede referirse en particular a un estado abierto de la hoja de puerta. Como alternativa, el estado de reposo puede referirse a un estado cerrado de la hoja de puerta.

- 40 Sin embargo, el estado de movimiento también puede referirse a la extensión o retracción de un peldaño deslizante. El estado de movimiento también puede referirse al plegado o desplegado de un peldaño plegable. En estos casos, el estado de reposo se refiere a un estado retraído o plegado del peldaño deslizante o del peldaño plegable o, alternativamente, a un estado extendido o plegado del peldaño deslizante o del peldaño plegable.

- 45 Según un diseño ventajoso de la invención, la evaluación en el marco de la etapa de procedimiento d. tiene lugar mediante una evaluación algorítmica, en donde la evaluación se basa en características de curva seleccionadas de la curva de corriente de motor, que caracterizan la curva de corriente de motor después de que se haya alcanzado la carga en el estado de reposo. En consecuencia, la evaluación puede basarse en aquellas características de curva de la curva de corriente de motor que caracterizan la curva de corriente del motor en un estado en el que el circuito eléctrico del motor está interrumpido. En particular, se trata a este respecto de las características de curva que surgen
- 50 de la energía intrínseca almacenada en la correa de accionamiento. También puede ser necesario tener en cuenta la influencia de la temperatura en la evaluación algorítmica. La temperatura puede referirse tanto a la temperatura exterior como a la temperatura del motor. Para evitar repeticiones, se remite a la descripción anterior a este respecto.

- 55 Según un diseño ventajoso de la presente invención, las características de curva de la curva de corriente de motor pueden seleccionarse entre la pendiente de curva, la amplitud, la diferencia de amplitud u otras características de curva que se pueden calcular matemática o geoméricamente (por ejemplo, derivadas, cálculos de área, integrales, etc.). En particular, pueden tratarse a este respecto de las características de curva que mejor representan la energía intrínseca transmitida por la correa de accionamiento en la dirección de la unidad de accionamiento y que, por tanto, están directamente relacionadas con la tensión de tracción de la correa de accionamiento.

- 60 Según otro diseño ventajoso de la invención, la evaluación algorítmica puede basarse en condiciones límite para las características de curva de la curva de corriente del motor, que definen una o más tensiones de la correa de accionamiento. A este respecto puede tratarse de valores máximos o mínimos de características de curva individuales (por ejemplo, una amplitud máxima o mínima en un momento especificado), estableciendo estos valores máximos o
- 65 mínimos valores límite hasta los que se sigue garantizando un funcionamiento fiable de la correa de accionamiento.

Según otro diseño ventajoso de la presente invención, puede estar previsto que las condiciones límite se refieran al curso o la forma de curva, valores de amplitud, las diferencias de amplitud o las pendientes de curva en un intervalo de tiempo especificado después de alcanzar el estado de reposo. Estas condiciones límite pueden, por ejemplo, establecerse o calcularse en procedimientos de prueba previos al uso de una correa de accionamiento (también en el marco del desarrollo del producto).

Según otro diseño ventajoso de la invención, el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse durante el funcionamiento activo de la correa de accionamiento. Esto permite una supervisión de estado continua de la tensión de la correa de accionamiento.

Como ya se ha mencionado al principio, el objetivo planteado de acuerdo con la invención también se resuelve con un sistema de puerta de acuerdo con la reivindicación de patente 9. En particular, el sistema de puerta mencionado puede ser un sistema de puerta de corredera o un sistema de puerta pivotante y de corredera (también es posible un sistema de puerta pivotante puro). El sistema de puerta comprende una hoja de puerta, una unidad de accionamiento, una correa de accionamiento prevista entre la unidad de accionamiento y la hoja de puerta, y una unidad de computación y de control, en donde la correa de accionamiento está diseñada para transferir un par generado por la unidad de accionamiento a la hoja de puerta. El sistema de puerta está preparado para realizar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8. A este respecto, la hoja de la puerta debe considerarse como carga en el sentido de la presente invención; en consecuencia, todas las variantes de diseño mencionadas a este respecto en el marco de la descripción del procedimiento en el que se basa la invención también se incluyen en el alcance del sistema de puerta de acuerdo con la invención. Del mismo modo, la invención también puede resolverse con un sistema de peldaños que comprende un peldaño deslizante o un peldaño plegable, una unidad de accionamiento, una correa de accionamiento prevista entre la unidad de accionamiento y el peldaño deslizante o plegable, y una unidad de computación y control, estando preparada la correa de accionamiento para transferir un par generado por la unidad de accionamiento al peldaño deslizante o plegable. Además, el sistema de peldaños está preparado para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.

Otras ventajas, diseños y perfeccionamientos relacionados con el procedimiento de acuerdo con la invención o el sistema de puerta de acuerdo con la invención se explican con más detalle en relación con los ejemplos de realización descritos a continuación. Con estos se pretende aclarar la invención al experto en la materia y permitirle realizar la invención sin limitarla por ello. En relación con la descripción de los ejemplos de realización mencionados, se hace referencia a las siguientes figuras, mediante las cuales se explica con más detalle el procedimiento o sistema de acuerdo con la invención. Así muestra:

- la figura 1 una representación esquemática de los componentes esenciales del sistema de puerta de acuerdo con la invención;
- la figura 2 una representación esquemática de la secuencia de procedimiento de acuerdo con la invención;
- figura 3 curvas de corriente de motor tomadas durante el funcionamiento de una puerta pivotante y de corredera poco antes, durante y después de alcanzar una posición de reposo de una hoja de puerta asociada con diferentes tensiones de la correa de accionamiento;
- figura 4 curvas de tensión de motor tomadas durante el funcionamiento de una puerta pivotante y de corredera poco antes, durante y después de alcanzar una posición de reposo de una hoja de puerta asociada con diferentes tensiones de la correa de accionamiento.

La figura 1 muestra una representación esquemática de los componentes que intervienen en el procedimiento de acuerdo con la invención. Los componentes mostrados también pueden ser perfectamente componentes del sistema de puerta reivindicado por la invención. Además, los componentes de sistema reproducidos en la figura 1 también son generalmente transferibles a cualquier tipo de sistema electromecánico.

Como ya se ha descrito, el procedimiento reivindicado por la presente invención es un procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento 1. A este respecto la correa de accionamiento 1 está dispuesta entre una unidad de accionamiento 2 y una carga 3, y sirve para transferir los pares generados por la unidad de accionamiento 2 a la carga 3. La transmisión del par puede, por ejemplo, dar lugar a un movimiento de la carga 3. Al mismo tiempo, también se puede ralentizar un movimiento de la carga 3 seleccionando el par, por ejemplo reduciendo el par de acción o invirtiendo el signo.

La correa de accionamiento 1 discurre (en el ejemplo mostrado en este caso) sobre dos poleas de inversión o de transmisión 8. Una de las poleas de inversión 8 está conectada operativamente a un elemento de engranaje 6 que se extiende desde la unidad de accionamiento 2. El elemento de engranaje 6 puede ser, por ejemplo, un árbol mecánico. El elemento de engranaje 6, a su vez, se acciona mediante un motor 5 e inicia un movimiento de rotación, por ejemplo. El movimiento de rotación se transfiere a una polea de inversión 8 del lado de accionamiento, por lo que finalmente la correa de accionamiento 1 y una carga 3, que está operativamente conectada a la correa de accionamiento 1 a través de un elemento de transferencia mecánica 7 inicia un movimiento. La carga puede ser, por ejemplo, una hoja de puerta

4 de un sistema de puerta.

En el marco de la invención descrita en este caso, el motor 5 y el elemento de engranaje 6 deben entenderse como una unidad de accionamiento 2 común. La unidad de accionamiento 2 está conectada (de manera inalámbrica o por cable) a una unidad de computación y control 9. Por un lado, toda la secuencia de movimiento del sistema electromecánico subyacente (por ejemplo, el sistema de puerta) puede controlarse y regularse a través de éste, y por otro lado, el procedimiento de acuerdo con la invención (o etapas esenciales del procedimiento) puede realizarse utilizando la unidad de computación y de control 9.

En la figura 2 se reproducen las etapas del procedimiento del procedimiento en el que se basa la invención en una representación muy esquematizada.

En una primera etapa de procedimiento a., la carga 3 (por ejemplo, una hoja de puerta 4 de un sistema de puerta) pasa de un estado de movimiento a un estado de reposo. Con respecto a una hoja de puerta 4 de un sistema de puerta, por dicho estado de movimiento puede entenderse el estado al que está sometida la hoja de puerta 4 durante un movimiento de apertura o cierre. En cuanto a la etapa de procedimiento a. por un estado de reposo se entiende cada estado en el que la carga 3 no está sometida a ningún movimiento; con respecto a un sistema de puerta, por un estado de reposo se entiende, por ejemplo, el reposo de la hoja de la puerta 4 en su posición abierta o cerrada. El movimiento de la carga 3 desde el estado de movimiento al de reposo se proporciona a través del elemento de transferencia 7 conectado a la carga 3, la correa de accionamiento 1 conectada a él y, en última instancia, la unidad de accionamiento 2, por ejemplo, mediante la reducción del par que actúa o invirtiendo su signo.

En una etapa de procedimiento b., la tensión de motor se registra durante la realización de la etapa de procedimiento a. (es decir, durante el movimiento de la carga 3 desde un estado de movimiento a un estado de reposo). El registro puede llevarse a cabo mediante una unidad de medición de tensión adecuada, a la que no se hace referencia con más detalle en el marco de esta invención. En principio, puede considerarse cualquier medio de registro adecuado para registrar la tensión de motor en función del tiempo. Los datos registrados se proporcionan preferentemente en forma de curva de tensión del motor resuelta en el tiempo, pero también pueden proporcionarse en otras formas de reproducción de datos (tablas de valores, etc.) o formatos de datos.

En una etapa de procedimiento c. que sigue a la etapa de procedimiento b., la corriente de motor se calcula a partir de la tensión de motor registrada o de la curva de tensión de motor. A continuación, se proporciona una curva de corriente de motor resuelta en el tiempo, que corresponde a la curva de tensión de motor en su dimensión temporal. Los datos en los que se basa la curva de corriente de motor también pueden proporcionarse en otras formas de reproducción de datos (tablas de valores, etc.) o formatos de datos.

En una etapa de procedimiento d. se evalúa la curva de corriente de motor resuelta en el tiempo. A este respecto, la tensión de la correa de accionamiento 1 se calcula utilizando características de curva seleccionadas de la curva de corriente del motor. La evaluación puede efectuarse, por ejemplo, a través de una unidad de computación y de control 9, pero también puede llevarse a cabo perfectamente a través de una unidad de computación externa. En este último caso, sin embargo, hay que asegurarse de que los datos necesarios para la evaluación (en particular, la curva de corriente de motor) se transmiten a la unidad de computación externa.

La idoneidad del presente enfoque inventivo (cálculo de la tensión de tracción de la correa de accionamiento 1 a partir de las curvas de corriente de motor) se investigó y validó experimentalmente, en particular utilizando una puerta BIDS Alstom X60B. La figura 3 muestra las curvas de corriente de motor asociadas, determinadas experimentalmente, mientras que en la figura 4 se representan las curvas de tensión de motor correspondientes.

Durante las pruebas experimentales se examinaron y validaron distintas tensiones de la correa de accionamiento. Para propósitos de referencia, las tensiones presentes o fijadas se midieron con un transductor en un dominio de frecuencia proporcional a la tensión de tracción. Para ello, se hizo vibrar la correa de accionamiento y se midió la frecuencia de oscilación con el transductor. Diferentes frecuencias de oscilación representan a este respecto diferentes tensiones de tracción de la correa de accionamiento. Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la tensión de tracción. Al mismo tiempo, se grabaron o calcularon las curvas de tensión de motor y las curvas de corriente de motor a las diferentes frecuencias de oscilación (de acuerdo con las etapas de procedimiento a. a d. descritas anteriormente).

Una tensión normal para la correa de accionamiento del sistema de puerta mencionado proporciona una frecuencia de oscilación entre 46 y 50 Hz. En el presente caso se analizaron las frecuencias comprendidas entre 29 Hz y 67 Hz. La tensión de tracción presente de la correa de accionamiento 1 repercute en la forma de curva tanto de la curva de corriente de motor como de la curva de tensión del motor. Con respecto a las diferentes tensiones de tracción se pueden establecer formas de curva especialmente características en aquellos momentos en los que la hoja de puerta 4 se acelera o desacelera, ya que la correa de accionamiento 1 se expande o contrae en estos momentos. Como ya se ha mencionado, la tensión de motor cambia bruscamente en las posiciones finales de la carga 3 (la hoja de puerta 4) (véase la figura 4).

Para la validación experimental, el proceso de apertura y cierre de la puerta mencionada se realizó cinco veces



seguidas para cada frecuencia. Por tanto, las curvas reproducidas en las figuras 3 y 4 representan las curvas medias de cada frecuencia.

Las figuras 3 y 4 representan la curva de corriente de motor y la curva de tensión de motor poco antes, durante y después de que la carga 3 alcance el estado de reposo; en particular, las curvas hacen referencia a la posición final abierta de una hoja de puerta asociada a la puerta BIDS Alstom X60B. Como se reproduce en la figura 4, la tensión de motor cambia bruscamente de 11 V a 0 V en un tiempo de 0,3 s cuando se alcanza la posición final. A partir de ese momento, la energía remanente en el sistema de la puerta induce una tensión transitoria predominantemente negativa, que vuelve a subir al cabo de unos 300 ms.

Cuando se alcanza la posición final abierta, aumenta la corriente de motor (véase la figura 3, aumento de la corriente de motor a partir de un momento aproximado de 0,25 s). Poco después de interrumpirse el circuito eléctrico asignado a la unidad de accionamiento, la corriente de motor asume valores negativos (véase, por ejemplo, el intervalo a 0,3 s); también conocido como subimpulso, *undershoot* en inglés), que corresponde al funcionamiento regenerativo. Transcurridos unos 20 ms, la corriente vuelve a subir al intervalo positivo, alcanza un máximo local (sobrepulso, *overshoot*) y, a continuación, desciende hasta una corriente de motor de cero. Las presentes mediciones experimentales ilustran que la amplitud de los subimpulsos y sobrepulsos depende de la elasticidad o la deformación de la correa de accionamiento, así como de su característica de amortiguación. Por razones de claridad, en la curva de corriente de motor que se muestra en la figura 3 sólo se asignó una frecuencia de oscilación concreta a las curvas de corriente de motor que representaban los valores máximos de oscilación (29 Hz y 67 Hz). Los valores máximos asociados en cada caso en el intervalo de sobrepulso y subimpulso están marcados en la figura 3.

Se puede constatar que una correa de accionamiento 1 con una tensión más baja (por ejemplo, 29 Hz) adopta un valor menos negativo en el intervalo de subimpulso (es decir, una corriente regenerativa más baja) que una correa de accionamiento 1 con una tensión más alta (por ejemplo, 67 Hz con valores de corriente de motor más negativos), ya que actúa como un filtro con una constante de tiempo grande, que suaviza el cambio de movimiento, pero al mismo tiempo presenta un producto de corriente mayor con respecto a la energía almacenada por la correa de accionamiento 1 hasta que la energía remanente se disipa completamente. Si la tensión de la correa es mayor, la correa de accionamiento 1 es más rígida y sólo almacena un pequeño porcentaje de la energía en forma de energía elástica. Esto reduce la amortiguación en el funcionamiento regenerativo y se producen mayores corrientes negativas. En consecuencia, el pico positivo (en el intervalo de sobrepulso) es menor, ya que la energía remanente también es menor.

En ambos casos (menor y mayor tensión de tracción), la energía remanente desaparece después de aproximadamente 300 ms. Sin embargo, la diferencia pico a pico (con respecto al intervalo de sobrepulso y subimpulso) es muy similar para ambas frecuencias de oscilación (es decir, estados de tensión). La forma de la curva de corriente de motor cambia en función de la elasticidad del sistema resultante de las diferentes tensiones de tracción y de la característica de amortiguación existente. También hay que señalar que la amplitud del sobrepulso es inversamente proporcional a la tensión de tracción de la correa de accionamiento 1.

Como se ha mostrado anteriormente, las características de curva seleccionadas de una curva de corriente de motor (por ejemplo, la amplitud en el intervalo de sobrepulso o subimpulso o una diferencia de amplitud correspondiente) se pueden utilizar para hacer afirmaciones sobre la tensión de tracción subyacente de una correa de accionamiento. Esta información puede utilizarse para determinar la tensión de una correa de accionamiento mediante un algoritmo de evaluación adecuado (por ejemplo, basado en inteligencia artificial). En particular, con el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse un control del estado de tensión durante el funcionamiento activo de una correa de accionamiento en un sistema electromecánico en funcionamiento (por ejemplo, un sistema de puerta).

#### Lista de referencias

- 1 Correa de accionamiento
- 2 Unidad de accionamiento
- 3 Carga
- 4 Hoja de puerta
- 5 Motor
- 6 Elemento de engranaje
- 7 Elemento de transferencia mecánica
- 8 Polea de inversión, poleas de transmisión
- 9 Unidad de computación y control

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la tensión de una correa de accionamiento (1), en donde la correa de accionamiento (1) está prevista para transferir a una carga (3) un par generado por una unidad de accionamiento (2), siendo la carga (3) una hoja de puerta (4) de un sistema de puerta de corredera o de puerta pivotante y de corredera de una o dos hojas que comprende las siguientes etapas:
- a. mover la hoja de puerta (4) de un estado de movimiento a un estado de reposo;
  - b. registrar la tensión de motor durante la realización de la etapa de procedimiento a. y proporcionar una curva de tensión de motor resuelta en el tiempo;
  - c. calcular la corriente de motor a partir de la tensión del motor registrada o de la curva de tensión de motor y proporcionar una curva de corriente de motor resuelta en el tiempo;
  - d. evaluar la curva de corriente de motor resuelta en el tiempo y calcular la tensión de la correa de accionamiento (1) utilizando las características de curva seleccionadas de curva de corriente de motor;
- en donde la evaluación tiene lugar en el marco de la etapa de procedimiento d. en el curso de una evaluación algorítmica, que se basa en características de curva seleccionadas de la curva de corriente de motor, que caracterizan la curva de corriente de motor después de que la hoja de puerta (4) haya alcanzado el estado de reposo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el estado de movimiento se refiere a un movimiento de apertura o cierre de la hoja de puerta (4).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el estado de reposo se refiere a un estado abierto de la hoja de puerta (4).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la evaluación se basa en aquellas características de curva de la curva de corriente de motor que caracterizan la curva de corriente de motor en un estado en el que el circuito eléctrico del motor (5) está interrumpido.
5. Procedimiento según la reivindicación 1 o 4, **caracterizado por que** las características de curva de la curva de corriente de motor se seleccionan entre la pendiente de curva, amplitud, diferencia de amplitud u otras características de curva que se pueden calcular matemática o geométricamente.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la evaluación algorítmica se basa en condiciones límite para las características de curva de la curva de corriente de motor que definen uno o más estados de tensión de la correa de accionamiento (1).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** las condiciones límite se refieren al curso de la curva o a la forma de curva, los valores de amplitud, las diferencias de amplitud o pendientes de curva en un intervalo de tiempo especificado después de alcanzar el estado de reposo.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el procedimiento se realiza durante el funcionamiento activo de la correa de accionamiento (1) y permite una supervisión de estado continua de la tensión de la correa de accionamiento (1).
9. Sistema de puerta, concretamente un sistema de puerta de corredera o de puerta pivotante y de corredera que comprende una hoja de puerta (4), una unidad de accionamiento (2), una correa de accionamiento (1) prevista entre la unidad de accionamiento (2) y la hoja de puerta (4), y una unidad de computación y control (9), en donde la correa de accionamiento (1) está preparada para transferir a la hoja de puerta (4) un par generado por la unidad de accionamiento (1), **caracterizado por que** el sistema de puerta está preparado para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.

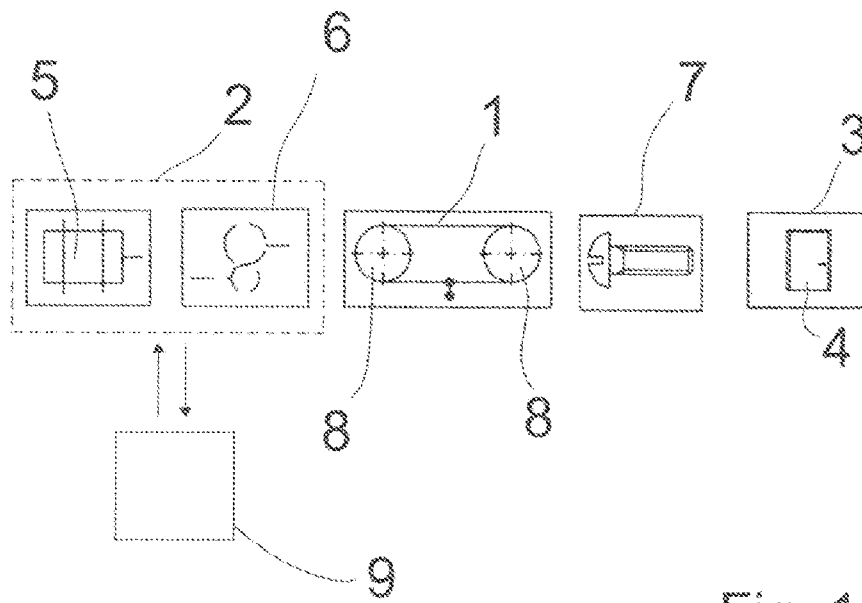


Fig. 1

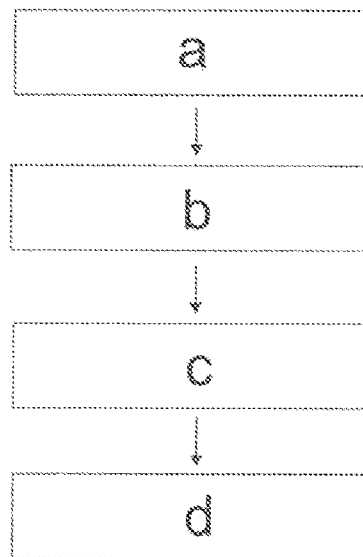


Fig. 2

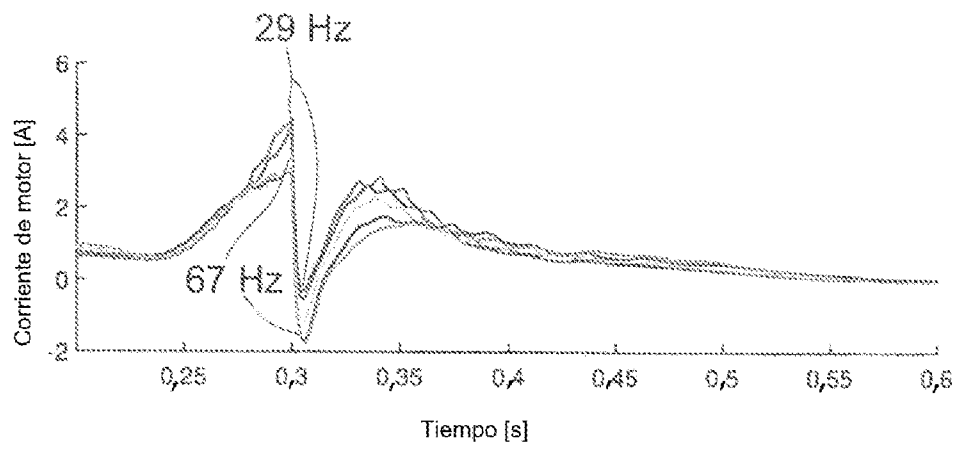


Fig. 3

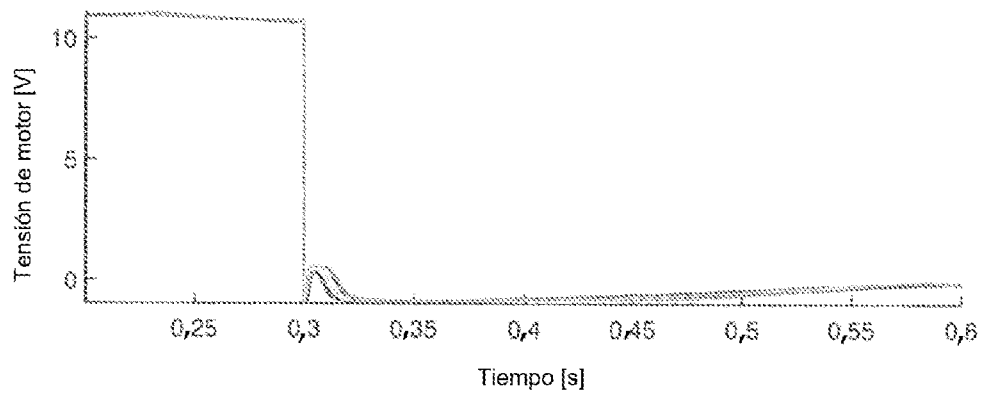


Fig. 4