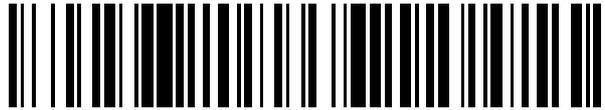


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 706**

51 Int. Cl.:

B66B 1/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2012 E 12167212 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2522612**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el control de una instalación elevadora**

30 Prioridad:

12.05.2011 DE 102011101860

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

11.06.2015

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP AUFZUGSWERKE GMBH
(100.0%)**

**Bernhäuser Strasse 45
73765 Neuhausen a.d.F., DE**

72 Inventor/es:

PLETSCHEN, INGO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 537 706 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 y dispositivo para el control de una instalación elevadora

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el ajuste de un circuito de regulación para un accionamiento de una instalación elevadora, en particular para un accionamiento de motor eléctrico, presentando el circuito de regulación un circuito de regulación de accionamiento y un control piloto que predetermina un valor de consigna de control piloto para el circuito de regulación de accionamiento.

10 En el control de las instalaciones elevadoras se deben satisfacer distintos requisitos. Por un lado, al menos en la zona de la parada se necesita una elevada exactitud de posición para que en la transición entre la cabina de ascensor y la puerta de la caja no se origine un escalón. Además, habitualmente se requiere que la cabina de ascensor se mueva con una velocidad lo más elevada posible entre las paradas para minimizar los tiempos de espera de los pasajeros. Finalmente también es muy importante el confort del control de accionamiento. En
 15 particular, se requiere en general que el arranque y el frenado se realice lo más suavemente posible. Además, en el control de las instalaciones elevadoras se deben satisfacer elevados requisitos de seguridad que, no obstante, no se consideran en más detalle en el marco de la presente solicitud.

El accionamiento de una instalación elevadora proporciona habitualmente una fuerza o un par de fuerzas. En el
 20 caso de una instalación elevadora con polea de tracción, la polea de tracción para el accionamiento de la cabina de ascensor se acciona en general mediante un motor eléctrico. El motor eléctrico debe proporcionar en este caso en general varias componentes del par de fuerzas. Una componente del par de fuerzas es típicamente la así denominada diferencia de carga que se provoca por la diferencia entre la cabina de ascensor – cargada o
 25 descargada – y un contrapeso. La diferencia de carga es constante durante un desplazamiento del ascensor de una parada a la siguiente parada. La segunda componente es, en el caso de instalaciones elevadoras con polea de tracción, en general la diferencia de carga del cable provocada por las masas de cable en el lado de la cabina de ascensor, por un lado, y el lado del contrapeso, por el otro lado. La diferencia de carga del cable depende en general de la posición. La tercera componente es el par de fuerzas a proporcionar para la aceleración y frenado.

30 Las regulaciones a realizar en diferentes desplazamientos del ascensor son fundamentalmente siempre similares y se diferencian esencialmente por el cargamento de la cabina de ascensor y la posición absoluta correspondiente de la cabina de ascensor. Para mejorar el comportamiento de gestión de la regulación se conoce aplicar un control piloto al circuito de regulación. El control piloto puede tener en cuenta en este caso la necesidad de magnitudes de
 35 ajuste a esperar para un desplazamiento del ascensor correspondiente. Si el control piloto también incluye una variable medible de la instalación elevadora, el control piloto puede estar diseñado a la manera de una superposición de magnitudes perturbadoras.

El documento US-A-4,940,117 describe un procedimiento para el ajuste de una unidad de control para la posición
 40 de un ascensor. Según el procedimiento se calcula un modelo matemático del sistema elevador y se simula el procedimiento del sistema elevador. En este caso se determinan los valores de parámetros de control para un regulador PID, los cuales minimizan una desviación entre valores de posición objetivo y la posición real del ascensor. En base a los valores de parámetros de control optimizados se introduce una señal de excitación real en el sistema elevador. Para configurar más suavemente el arranque se pesa la carga de la cabina de ascensor y la
 45 información determinada de ello se añade a la señal de excitación real en un circuito sumador.

Por el documento US-A-4,754,850 se conoce, por ejemplo, superponer en un circuito de regulación de la velocidad
 50 de rotación para una instalación elevadora una señal de magnitudes perturbadoras en forma de una señal de compensación de carga, mediante la que se tiene en cuenta un par de fuerzas de frenado aplicado por un freno, el cual se mide. De este modo se debe posibilitar un arranque más rápido y suave de la cabina de ascensor desde un estado en el que la cabina de ascensor se sujeta mediante un freno y a continuación se acelera, tras soltar el freno.

Además, por el documento US-A-4,380,275 se conoce prever un control piloto de carga en un circuito de
 regulación de velocidad de rotación análogo.

55 El documento US 4,793,442 da a conocer el medir una carga de la cabina de ascensor y suministrar una señal eléctrica a un accionamiento de ascensor antes del arranque que se corresponde con el par de carga necesario, de modo que no se origina un tirón al soltar el freno. Para aprender de una relación entre una carga correspondiente y un par de fuerzas necesario para la compensación de esta carga se realiza una rutina en la que se ajusta un par de
 60 fuerzas previsible y luego en función de si se mueve la cabina de ascensor se aumento o disminuye el par de fuerzas de forma incremental hasta que la cabina de ascensor queda estacionaria. Esta etapa se puede realizar por separado para algunas plantas, debiéndose conducir la cabina de ascensor respectivamente antes de la realización de esta rutina a la posición correspondiente. Por ello el proceso de aprendizaje está caracterizado principalmente por una actividad manual y requiere mucho tiempo.

65 Además, se conoce (US-A-4,623,041) prever en una instalación elevadora un dispositivo de medición de carga que le envía tres señales diferentes a un dispositivo de control, midiéndose la carga directamente usando un ángulo de

fase entre una corriente y una tensión para un motor de campo giratorio del ascensor.

Además, el documento US-A-4,939,679 da a conocer un procedimiento para la medición de carga en una instalación elevadora, ajustándose de nuevo un valor de amplificación de regulación en función de las mediciones en el estado estacionario, en tanto que se determina con que par de fuerzas se puede sujetar la cabina de ascensor sin que se mueva de arriba abajo ("roll back").

Un dispositivo de medición de carga para la medición de la carga de una cabina de ascensor se conoce por el documento US-A-5,172,782.

En el documento US-A-5,343,003 se describe un procedimiento para la calibración de un convertidor A/D dentro de un sistema de medición de carga de una instalación elevadora, que se realiza igualmente en el estado estacionario de la cabina de ascensor y se realiza a la manera de una calibración de báscula.

Además, por el documento US-A-5,531,294 se conoce un control piloto para el circuito de regulación de una instalación elevadora, realizándose un ajuste porque en una posición determinada de la cabina de ascensor se determina el par de sujeción necesario con la cabina de ascensor vacía y completamente cargada.

Por el documento EP 0 936 730 A2 se conoce un procedimiento para el ajuste de un dispositivo de control para un motor de campo giratorio regulado por orientación de campo en una instalación elevadora, calculándose un parámetro de inercia del sistema para el regulador de motor a partir de distintos parámetros de regulador. En este caso, en tests con cabina de ascensor parada, se determina en primer lugar una multiplicidad de parámetros de regulador y una corriente longitudinal de control piloto. En un test siguiente con cabina de ascensor en movimiento se realiza un ajuste fino de determinados parámetros de regulador y de la corriente longitudinal.

Por el documento US-A-5,880,416 y US-A-5,929,400 se conocen procedimientos similares para el ajuste de un circuito de regulación.

Por el documento US-A-5,517,228 se conoce un procedimiento para la verificación y corrección automática de las señales para el control de un sistema elevador, proporcionándose en primer lugar un par de fuerzas mediante el que se mueve la cabina de ascensor. A continuación se detectan las señales que son características del movimiento. Tras una finalización del movimiento se comparan los signos de las señales detectadas con una tabla de señales de referencia y los signos de las señales detectadas seleccionadas se modifican automáticamente.

En otro procedimiento allí descrito se ajusta la amplificación hacia delante de un regulador de velocidad, de modo que la amplificación hacia delante se ajusta en primer lugar a un valor seleccionado, a continuación se ajusta un perfil de velocidad seleccionado. Las amplitudes máximas y mínimas de la salida del regulador de velocidad se detectan y se generan señales de diferencia, ajustándose automáticamente la amplificación hacia delante para anular la señal de diferencia.

Además, se conoce (US-A-5,407,030) recalibrar de forma dinámica un sistema de medición de carga de una instalación elevadora usando una corriente de motor. También se conoce la calibración automática de un bucle de regulación de la velocidad de rotación del motor de un control de ascensor (US-A-5,880,416), según se mencionado ya arriba.

El documento EP 1 885 640 B1 da a conocer un procedimiento para la excitación de un motor de una instalación elevadora, proporcionándose una señal de control piloto de carga. Igualmente se proporciona una señal de error de seguimiento, la cual se deriva de una diferencia entre una señal de consigna de velocidad y una señal de velocidad detectada. Adicionalmente se proporciona una señal de medición de carga. Para el control y ajuste de la señal de control piloto se supervisan al menos dos señales de error de seguimiento y al menos dos señales de medición de carga que se refieren a ellas debido a al menos dos desplazamientos de la cabina de ascensor, proporcionándose las señales de error de seguimiento supervisadas y las señales de medición de carga referidas a ellas como señales de entrada para el control y ajuste de la señal del par de fuerzas del control piloto. Una corriente de control piloto se ajusta de forma iterativa mediante un regulador de ajuste.

En los procedimientos arriba descrito, en particular en la puesta en servicio de una instalación elevadora se necesita en general ajustar a mano los parámetros del circuito de regulación, incluso de parámetros de control piloto. Estos ajustes manuales adolecen de que no siempre se corresponden con las propiedades específicas de una instalación elevadora puesta en funcionamiento. Además, en muchos de estos procedimientos de ajuste manuales es necesario cargar una cabina de ascensor para ajustar los parámetros del circuito de regulación.

El documento EP 2 345 615 A1 (WO 2010/055555 A) da a conocer un dispositivo de control para una instalación elevadora, en el que una unidad de cálculo modelo recibe una señal de consigna de velocidad. La unidad de cálculo modelo calcula un par de fuerzas modelo que se introduce en la unidad de cálculo del par de fuerzas, así como una velocidad modelo. La velocidad modelo se introduce en una unidad de cálculo de compensación, que también recibe una señal de velocidad real, y calcula un par de fuerzas de compensación de error, lo que

igualmente se introduce en la unidad de cálculo del par de fuerzas. La unidad de cálculo modelo calcula las magnitudes modelo en base a un momento de inercia preajustado, que se corrige mediante una unidad correctora, en particular en el caso de estados transitorios, calculándose el valor de corrección en base a la velocidad real y la velocidad modelo calculada por la unidad de cálculo modelo.

5

El documento DE 103 61 788 A1 da a conocer un procedimiento para la puesta en servicio y regulación automáticas de instalaciones elevadoras, disponiéndose en la cabina de ascensor para la puesta en servicio o para la regulación posterior un dispositivo de medición de aceleración, que mide la aceleración real de la cabina de ascensor. La desviación de un perfil de marcha predeterminado respecto al perfil de marcha medido realmente por el sensor de aceleración se calcula para calcular en base a ello una magnitud de corrección del regulador. Este procedimiento se puede realizar varias veces para ajustar el regulador de forma iterativa.

10

Finalmente el documento EP 0 884 264 A1 da a conocer un procedimiento para la regulación de una instalación elevadora, predeterminándose los valores de consigna de valores de marcha para un recorrido, una velocidad y una aceleración. Además, está prevista una regulación de velocidad de rotación rápida, superpuesta, conmutable para la parada de la cabina de ascensor después de la abertura de un freno de parada. De este modo es posible equipar la instalación elevadora sin dispositivos de medición de carga.

15

Ante el transfondo anterior, un objetivo de la invención es especificar un procedimiento mejorado para el ajuste de un circuito de regulación que se realice con las menos intervenciones manuales posibles y posibilite una buena adaptación del circuito de regulación a las circunstancias específicas de una instalación elevadora.

20

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para el ajuste de un circuito de regulación para un accionamiento de una instalación elevadora, en particular para un accionamiento de motor eléctrico, presentando el circuito de regulación un circuito de regulación de accionamiento y un control piloto que predetermina un valor de consigna de control piloto para el circuito de regulación de accionamiento, siendo el valor de consigna de control piloto una función de al menos una variable medible de la instalación elevadora y de al menos un parámetro de control piloto ajustable, ajustándose el parámetro de control piloto en la puesta en servicio de la instalación elevadora y/o durante el funcionamiento de la instalación elevadora de forma automática mediante un procedimiento de minimización de errores, mediante el que se minimiza un error entre el valor de consigna de control piloto y un valor de consigna de accionamiento aplicado por el valor de consigna de control piloto, el cual aparece durante un desplazamiento de puesta en servicio y/o durante un desplazamiento de funcionamiento.

25

30

Además, el objetivo arriba mencionado se consigue mediante un dispositivo de control para una instalación elevadora que presenta un circuito de regulación semejante, estando ajustado un parámetro de control piloto del circuito de regulación mediante este procedimiento.

35

Finalmente, el objetivo arriba mencionado se consigue mediante una instalación elevadora con una cabina de ascensor y un accionamiento que se regula con un circuito de regulación de un dispositivo de control de este tipo.

40

Mediante este procedimiento de ajuste se puede realizar una puesta en servicio de una instalación elevadora, en tanto que la instalación elevadora se desplaza en primer lugar con un parámetro de control piloto ajustado a voluntad en un desplazamiento de puesta en servicio. En este desplazamiento de puesta en servicio, en general se producen tirones durante el arranque debido al control piloto no ajustado idealmente en primer lugar. En otras palabras, en estas fases el error entre el valor de consigna de control piloto y valor de consigna de accionamiento es relativamente grande. Mediante el procedimiento de minimización de errores se puede minimizar este error que aparece durante un desplazamiento de puesta en servicio semejante, de modo que se consigue una curva de marcha mejorada en los desplazamientos siguientes.

45

Al contrario de procedimientos de ajuste en los que se ajusta un control piloto de carga mientras que se intenta mantener estacionaria la cabina de ascensor, en el procedimiento de ajuste según la invención se asume de forma consabida que un desplazamiento de puesta en servicio no se puede realizar totalmente libre de tirones. No obstante, mediante el ajuste automático del parámetro de control piloto debido al error, que aparece durante el desplazamiento de puesta en servicio, entre el valor de consigna de control piloto y valor de consigna de accionamiento es posible según la invención ajustar de forma relativamente buena este parámetro de control piloto ya tras un desplazamiento de puesta en servicio.

55

El procedimiento de ajuste según la invención también se puede usar para adaptar el parámetro de control piloto a fenómenos de envejecimiento (fricción, etc.) durante el funcionamiento continuo de la instalación elevadora.

60

El objetivo se consigue con ello completamente.

Según una forma de realización preferida, durante el desplazamiento de puesta en servicio y/o el desplazamiento de funcionamiento se realiza una multiplicidad de mediciones sucesivas temporalmente del valor de consigna de control piloto y del valor de consigna de accionamiento, así como de variables medibles, realizándose el procedimiento de minimización de errores en base a estas mediciones.

65

- 5 Las mediciones sucesivas temporalmente conducen a una multiplicidad de juegos de datos medidos, estando relacionados entre sí los datos medidos individuales de un instante determinado a través de ecuaciones matemáticas. La multiplicidad de mediciones conduce en consecuencia a un sistema de ecuaciones de tipo lineal (o también no lineal).
- Para la aplicación de un procedimiento de minimización de errores en un sistema de ecuaciones semejante hay soluciones globales o también soluciones recursivas.
- 10 En conjunto es preferible que el procedimiento de minimización de errores sea un procedimiento de errores cuadráticos mínimos.
- Este procedimiento de minimización de errores proporciona, por un lado, buenos valores y es domeñable matemáticamente, en particular con capacidades de cálculo limitadas de un dispositivo de control de una instalación elevadora.
- 15 Además, es preferible en conjunto que no sólo un parámetro de control piloto, sino una multiplicidad de parámetros de control piloto se ajusten automáticamente mediante el procedimiento de minimización de errores.
- 20 Los distintos parámetros de control piloto pueden parametrizar diferentes propiedades de la instalación elevadora. Estas propiedades pueden ser en particular el momento de inercia de la instalación elevadora, una carga del cable dependiente de la posición de la cabina de ascensor, así como un cargamento de la cabina de ascensor.
- 25 Por consiguiente es especialmente preferible que durante un desplazamiento de puesta en servicio se ajuste automáticamente un primer parámetro de control piloto que parametriza una carga del cable.
- La carga de cable es en este caso una propiedad dependiente de la posición de la cabina de ascensor. Si, por ejemplo, la cabina de ascensor se sitúa en la parada más superior, entonces el contrapeso está en la parte más inferior; por consiguiente la masa de cable del cable de soporte cuelga principalmente en el lado del contrapeso.
- 30 De manera correspondiente es preferible que durante un desplazamiento de puesta en servicio se ajuste automáticamente un segundo parámetro de control piloto que parametriza un momento de inercia de la instalación elevadora.
- 35 En este caso es especialmente preferible que el momento de inercia parametrizado por el segundo parámetro de control piloto sea el momento de inercia del sistema de la instalación elevadora en el estado descargado.
- El primer parámetro de control piloto depende esencialmente de la posición de la cabina de ascensor. En este caso el primer desplazamiento con la instalación elevadora (desplazamiento de puesta en servicio) se puede realizar por ejemplo de forma descargada. El segundo parámetro de control piloto depende esencialmente del momento de inercia del sistema. Por ello para el primer parámetro de control piloto y el segundo parámetro de control piloto se pueden obtener soluciones muy buenas ya durante el desplazamiento de puesta en servicio.
- 40 El cargamento de la cabina de ascensor es otra propiedad importante que tiene una influencia sobre el control piloto.
- 45 Por consiguiente es preferible igualmente que, durante un desplazamiento posterior en el que el cargamento de una cabina de ascensor de la instalación elevadora es diferente respecto al desplazamiento de puesta en servicio (por ejemplo por la subida de pasajeros), se ajuste un tercer parámetro de control piloto que parametriza el momento de inercia provocado por el cargamento, y/o se ajuste un cuarto parámetro de control piloto que parametriza una carga del cargamento (es decir el cargamento mismo), y/o se ajuste un quinto parámetro de control piloto.
- 50 Después del desplazamiento posterior que se realiza con un cargamento cualquiera, el primer al quinto parámetro de control piloto ya se pueden ajustar muy adecuadamente. Preferentemente también se pueden realizar buenas predicciones para el tercer, el cuarto y/o el quinto parámetro de control piloto ya en la primera puesta en servicio, de modo que las etapas de ajuste correspondientes son esencialmente etapas de optimización.
- 60 Por ello no son necesarios en general desplazamientos de puesta en servicio adicionales. Un afinamiento de los parámetros de control piloto se puede realizar en los siguientes desplazamientos de funcionamiento. No obstante, entre el desplazamiento de puesta en servicio y el desplazamiento posterior en el que el cargamento es otro (por ejemplo, debido a una subida de pasajeros), es posible realizar todavía otros desplazamientos en los que el cargamento es igual al cargamento en el desplazamiento de puesta en servicio.
- 65 Según otra forma de realización preferida en conjunto, el circuito de regulación de accionamiento presenta un regulador de corriente para la regulación de una corriente eléctrica de un motor de accionamiento, así como un

regulador de velocidad de rotación preconectado, cuya salida está conectada con la entrada del regulador de corriente, formando el valor de consigna de accionamiento la entrada del regulador de corriente.

5 Es razonable un regulador en cascada semejante dado que para los desplazamientos del ascensor con frecuencia se predetermina un perfil de velocidad determinado (que predetermina en particular un arranque suave y un frenado suave).

10 Dado que un regulador de velocidad de rotación semejante no trabaja en general suficientemente rápido o no es capaz de reaccionar rápidamente a los cambios, es especialmente preferido que el valor de consigna de control piloto se superponga en la salida del regulador de velocidad de rotación, de manera que el valor de consigna de accionamiento se forma por la suma de la salida del regulador de velocidad de rotación y del valor de consigna de control piloto.

15 En otras palabras, en el circuito de regulación ajustado según la invención de la instalación elevadora, al regulador de corriente – rápido – se le predetermina una señal de valor de consigna ya ampliamente optimizada para el desplazamiento del ascensor correspondiente mediante el valor de consigna de control piloto, de modo que el regulador de velocidad de rotación ya no debe “intervenir” más en el caso ideal para realizar el desplazamiento del ascensor. Por este motivo también se entiende que el valor de consigna de control piloto depende preferentemente de la posición de la cabina de ascensor, de la aceleración de la cabina de ascensor y/o del cargamento correspondiente de la cabina de ascensor.

Para la determinación eficiente del valor de consigna de control piloto, éste presenta en general un valor de control piloto de carga y un valor de control piloto de aceleración.

25 El valor de control piloto de carga depende en este caso en general de la posición de la cabina de ascensor y del cargamento. El valor de control piloto de aceleración depende en este caso en general del momento de inercia del sistema de toda la instalación elevadora.

30 Preferentemente en este caso se prevé según la invención que el valor de control piloto de aceleración también dependa del cargamento de una cabina de ascensor de la instalación elevadora.

35 En este caso el valor de control piloto de aceleración, a través del que se predetermina en general el arranque y el frenado de la cabina de ascensor, se puede realizar no sólo en función de la inercia del sistema de la instalación elevadora, sino también en función de la inercia que se provoca por el cargamento de la cabina de ascensor.

En el procedimiento según la invención, para la determinación automática de los parámetros de control piloto se estima el valor de consigna de control piloto preferentemente según la fórmula siguiente:

$$i_q_est^* = (xK - xM/2) \cdot c1 + aK \cdot c2 + 1 \cdot c3,$$

40 donde

i_q_est*	estimación del valor de consigna de control piloto
xK	posición actual de la cabina de ascensor
45 aK	aceleración actual de la cabina de ascensor
xM	posición máxima de la cabina de ascensor (caja de ascensor)
c1	primer parámetro de cálculo
c2	segundo parámetro de cálculo
50 c3	tercer parámetro de cálculo.

Los parámetros de cálculo pueden ser directamente los parámetros de control piloto para el control piloto.

55 No obstante, para la diferenciación más exacta es preferible que el primer al tercer parámetro de cálculo se determinen respectivamente mediante el procedimiento de minimización de errores para un desplazamiento con un cargamento determinado, de lo cual se determinan entonces una multiplicidad de parámetros de control piloto (por ejemplo, primer a quinto parámetro de control piloto). En este caso puede ser razonable, según se explica arriba, realizar un desplazamiento posterior con un cargamento diferente para la determinación de otros parámetros de control piloto, a fin de poder determinar exactamente de esta manera las interacciones entre los parámetros de cálculo y los parámetros de control piloto

60 En conjunto también es preferible que el parámetro de control piloto se supervise por una rutina de supervisión durante el funcionamiento de la instalación elevadora.

De este modo se puede iniciar un requerimiento de mantenimiento en caso de modificaciones intensas del

parámetro de control piloto.

5 Mediante la presente invención se obtiene según la forma en particular una reducción de la complejidad en la puesta en servicio. En particular preferentemente no son necesarios trabajos de ajuste manuales. Además, se puede obtener un aumento de la seguridad (exactitud de parada). También es posible un aumento del confort (sin tirón de arranque).

10 Las propiedades de regulación se obtienen porque el o los parámetros de control piloto del circuito de regulación se ajustan adecuadamente mediante el procedimiento de minimización de errores.

15 La estimación del valor de consigna de control piloto o el ajuste de los parámetros de control piloto siempre puede funcionar al mismo tiempo en el transcurso en cada desplazamiento (desplazamiento de puesta en servicio y desplazamiento de funcionamiento), dado que el algoritmo de minimización de errores se las arregla preferentemente sin señales adicionales y sólo observa el sistema (instalación elevadora). Por ello siempre se determinan los parámetros óptimos. Si se cambia la calibración de un dispositivo de medición de carga, por ejemplo, debido al desgaste, los parámetros se adaptan automáticamente.

20 Se entiende que las características mencionadas anteriormente y todavía a explicar a continuación se pueden usar no sólo en la respectiva combinación indicada, sino también en otras combinaciones o aisladamente, sin abandonar el marco de la presente invención.

En el dibujo se representan ejemplos de realización de la invención y se explican más en detalle en la descripción siguiente. Muestran:

- 25 Fig. 1 una representación esquemática de una instalación elevadora según la invención;
- Fig. 2 un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un circuito de regulación de un dispositivo de control según la invención;
- 30 Fig. 3 un diagrama del par de carga y velocidad de la cabina de ascensor respecto al tiempo en el caso de un circuito de regulación bien ajustado;
- Fig. 4 una representación de distintas componentes de carga respecto al tiempo durante un desplazamiento del ascensor;
- 35 Fig. 5 una representación de un valor de consigna de accionamiento y de un valor de consigna de control piloto respecto al tiempo durante un desplazamiento de puesta en servicio, superponiéndose el valor de consigna de control piloto así estimado en el caso de un desplazamiento siguiente (por ejemplo fig. 7/8);
- 40 Fig. 6 una representación de la velocidad de la cabina de ascensor y aceleración de la cabina de ascensor respecto al tiempo durante un desplazamiento de puesta en servicio;
- 45 Fig. 7 una representación de un valor de consigna de accionamiento, de un valor de consigna de control piloto estimado y de una salida de un regulador de velocidad de rotación respecto al tiempo durante un desplazamiento después de el desplazamiento de puesta en servicio;
- Fig. 8 una representación de la velocidad de la cabina de ascensor y aceleración de la cabina de ascensor respecto al tiempo durante un desplazamiento después de el desplazamiento de puesta en servicio; y
- 50 Fig. 9 un diagrama de flujo de una forma de realización preferida del procedimiento de ajuste según la invención.

55 En la fig. 1 se designa en general con 10 una instalación elevadora para un edificio en forma de un ascensor de pasajeros o un montacargas.

La instalación elevador 10 presenta una cabina de ascensor 12 que se puede mover arriba y abajo en una caja 14 de un edificio 16.

60 Con esta finalidad la instalación elevadora 10 contiene una transmisión por cable 20. La transmisión por cable 20 presenta un cable de soporte 22 cuyo un extremo está unido con la cabina de ascensor 12. El otro extremo del cable de soporte 22 está conectado con un contrapeso 26. El cable de soporte 22 se conduce sobre una polea de tracción 24 que está montada de forma giratoria en la zona de una sección superior de la caja en el edificio 16.

65 Con 28 se muestra esquemáticamente un cable inferior 28 a través del que se pueden compensar al menos parcialmente la diferente masa del cable en el lado de la cabina de ascensor, por un lado, y en el lado del

contrapeso, por otro lado.

Una unidad de accionamiento 30 presenta una máquina eléctrica 32 que se hace funcionar en general exclusivamente como motor eléctrico. La máquina eléctrica 32 está configurada preferentemente como máquina de
5 campo giratorio, en particular como máquina asíncrona o máquina síncrona con excitación permanente.

La máquina eléctrica 32 presenta un árbol de salida 34 que está conectado con la polea de tracción 24. En el árbol 34 puede estar previsto además un freno 36, en cuyo funcionamiento, no obstante, no se entra más en detalle en el marco de la presente solicitud.
10

A través del árbol 34 se puede ejercer un par motor M_{Mot} sobre la polea de tracción 24, girando el árbol 34 con una velocidad de rotación n_{Mot} . Un ángulo de giro correspondiente de la polea de tracción 24 se muestra esquemáticamente con β , con una velocidad angular ω y una aceleración angular α .

Para la regulación de la instalación elevadora 10 está previsto un dispositivo de control 40. El dispositivo de control 40 recibe habitualmente una señal de un sensor de ángulo 42, que registra el ángulo de giro β de la polea de tracción 24, así como las vueltas correspondientes. No obstante, el ángulo de giro β se puede detectar también sin sensores. El ángulo de giro β es esencialmente proporcional a la posición x_K correspondiente de la cabina de ascensor. El dispositivo de control 40 recibe además una señal de un sensor de recorrido 44 que puede estar
20 dispuesto, por ejemplo, en la zona de una parada (o en todas las paradas) de la cabina de ascensor 12. Dado que debido al estiramiento del cable 22 y a otras influencias la posición de la cabina de ascensor 12 no siempre es proporcional al cien por cien al ángulo de giro β , mediante un sensor de recorrido 44 semejante en la zona de una o de varias paradas se puede realizar un posicionamiento exacto de la cabina de ascensor 12 en estas paradas.

Además, el dispositivo de control 40 recibe una señal de velocidad angular ω .

Según está representado esquemáticamente en la fig. 1, el ángulo de giro β , la señal x del sensor de recorrido 44 y eventualmente la señal de velocidad angular ω se pueden convertir en una posición de la cabina de ascensor x_K y una velocidad de la cabina de ascensor v_K .
30

El dispositivo de control 40 está conectado además con un sensor medidor de carga 46. El sensor medidor de carga 46 proporciona preferentemente una señal que indica el cargamento porcentual de la cabina de ascensor 12, en el rango del 0% (sin cargamento) al 100% (cargamento máximo). El dispositivo de control 40 calcula de ello una señal de medición de carga LMS, cuyo rango de valores va de 0 a 1.
35

Además, el dispositivo de control 40 recibe una señal del sensor de par de fuerzas 48, que representa el par de carga M_{Load} que actúa sobre el motor. Un calculador de la curva de marcha 51 recibe una señal de la "planta objetivo" 49 y por ello genera señales referentes a un valor de consigna de la posición de la cabina de ascensor x^* , un valor de consigna de la velocidad de la cabina de ascensor v^* y un valor de consigna de la aceleración de la cabina de ascensor a^* .
40

Los valores medidos arriba mencionados y especificaciones de consigna se introducen en un circuito de regulación 50 que genera de ello una corriente de motor I_q , que es preferentemente una corriente transversal de una máquina de campo giratorio 32 regulada con orientación de campo. Una corriente longitudinal de una máquina de campo giratorio semejante se ajusta habitualmente a cero. La corriente transversal I_q es en general proporcional al par de fuerzas entregado por el motor 30. Por consiguiente el sensor de par de fuerzas 48 también puede estar configurado como sensor de corriente, que mide la magnitud de la corriente del motor I_q . Por ejemplo, el sensor de corriente puede estar formado por varios sensores de corriente. Éstos miden las corrientes de ramales de la máquina eléctrica de campo giratorio, de lo cual se pueden calcular las corrientes I_q e I_d mediante una transformación de coordenadas.
50

En la fig. 1 está representado además que el dispositivo de control 40 presenta una interfaz I/O 52 que se puede conectar, por ejemplo, con un aparato de entrada 54 (un ordenador portátil o similares). A través de la interfaz 52 se puede programar en consecuencia el dispositivo de control 40. Además, por completitud, con 56 se muestra una unidad de supervisión 56 que, por ejemplo, consulta o evalúa los sensores de seguridad (como puerta de caja de ascensor abierta, etc.). Esta unidad de supervisión 56 es en general de orden superior al circuito de regulación 50, de modo que la unidad de supervisión 56 puede accionar el freno 36, por ejemplo, independientemente de la salida del circuito de regulación, etc.
55

El circuito de regulación 50 pone una corriente I_q del motor eléctrico 32. Se entiende que entre la unidad de control 40 y el motor eléctrico 32 todavía puede estar prevista una unidad de electrónica de potencia apropiada que, no obstante, no está representada en cuestión.
60

Para la regulación de la instalación elevadora se debe tener en cuenta que el motor eléctrico 32 debe proporcionar un par motor M_{Mot} que tenga en cuenta, por un lado, las condiciones de carga estáticas. Por otro lado, el par motor M_{Mot} debe proporcionar un par de aceleración o uno de frenado para la realización de los desplazamientos
65

del ascensor.

5 En la regulación de las cargas estáticas se debe tener en cuenta, por un lado, la diferencia entre el peso de la cabina de ascensor 12 y el contrapeso 26. La masa del contrapeso 26 se selecciona preferentemente de modo que el contrapeso 26 se corresponde con el peso de la cabina de ascensor 12 vacía más un valor de, por ejemplo, el 40 al 50% de la carga adicional máxima de la cabina de ascensor.

10 Además, en la regulación se debe tener en cuenta que según la posición de la cabina de ascensor xK se deben compensar en general las distintas masas de cable en el lado de la cabina de ascensor, por un lado, y el lado del contrapeso, por el otro lado.

15 Al comienzo de un desplazamiento del ascensor se suelta en primer lugar el freno 36. Según el estado del cargamento y la posición de la cabina de ascensor xK se produce una diferencia de carga distinta entre el lado del contrapeso y el lado de la cabina de ascensor. Esta diferencia de carga no se puede compensar en general inmediatamente mediante un regulador de velocidad de rotación, de modo que en el caso de una regulación pura de la velocidad de rotación sería perceptible un tirón en la cabina de ascensor durante el arranque. Por ello ya durante la abertura del freno 36, el motor eléctrico 32 debe proporcionar un par de fuerzas M_{Mot} , el cual se corresponde exactamente con la diferencia de carga correspondiente. Este par de fuerzas se proporciona preferentemente mediante un control piloto de carga independientemente del circuito de regulación de la velocidad de rotación.

25 En el estado de la técnica se necesita en general que un instalador ajuste el par de fuerzas correcto del control piloto de carga para una posición de cabina correspondiente y un estado de cargamento correspondiente. Este ajuste manual con frecuencia está afectado por errores.

30 Además, al comienzo del desplazamiento del ascensor se debe acelerar, junto a la compensación de cargas estáticas, la inercia global de la instalación elevadora, por lo cual se debe proporcionar igualmente un par de fuerzas correspondiente. Un circuito de regulación de la velocidad de rotación no se puede realizar con frecuencia a cualquier velocidad, de modo que en el caso de la aceleración y en el caso del frenado siempre existen pequeños retrasos entre el valor de consigna de velocidad de rotación y un valor real de velocidad de rotación. Estas diferencias también se pueden minimizar mediante un control piloto de aceleración apropiado, que además pueden aumentar la exactitud de parada de la cabina de ascensor.

35 En la fig. 2 se representa un ejemplo de realización de un circuito de regulación 50 para el dispositivo de control 40 en forma esquemática como diagrama de bloques.

40 El circuito de regulación 50 tienen un regulador de corriente 62, cuya entrada recibe un valor de consigna de corriente i_q^* . La salida del regulador de corriente 62 está conectada (eventualmente a través de una unidad de electrónica de potencia) con la máquina eléctrica 32 que presenta una constante de motor $c = M_{Mot}/i_q$. La máquina eléctrica 32 proporciona un par motor M_{Mot} , que contrarresta un par de carga M_{Load} del sistema mecánico. El momento resultante conduce a través del momento de inercia J_m del motor 32 a una velocidad angular ω , que se corresponde con la velocidad real v_K de la cabina de ascensor, y a un ángulo de giro β de la polea de tracción 24, que se corresponde con la posición real x_K de la cabina de ascensor (posición de la cabina de ascensor).

45 Delante del regulador de corriente 62 está conectado un regulador de velocidad de rotación 64 que puede estar configurado, por ejemplo, como regulador PI. El regulador de velocidad de rotación 64 recibe en la entrada una desviación de regulación entre un valor de consigna de velocidad v^* y la velocidad angular ω medida, que se convierte en una velocidad, y está conectado además con la salida de un regulador de posición 66. El regulador de posición 66 está configurado como regulador proporcional (P) y recibe una desviación de regulación entre un valor de consigna de posición x^* y el ángulo de giro β medido (convertido en una posición).

50 El regulador de velocidad de rotación 64 genera el valor de salida $i_{q_soll}^*$, que se pone a la entrada del regulador de corriente 62 y representa un valor de consigna del regulador de corriente 62.

55 En un circuito de regulación 50 en cascada de este tipo, el regulador de velocidad de rotación 64 no puede trabajar en general suficientemente rápido, según se ha descrito arriba, para garantizar un funcionamiento ampliamente sin tirones de la instalación elevadora.

60 Por este motivo a la salida $i_{q_soll}^*$ del regulador de velocidad de rotación 64 se superpone un valor de consigna de control piloto $i_{q_vor}^*$. El valor de consigna de control piloto $i_{q_vor}^*$ es una suma de un valor de control piloto de carga $i_{q_Last}^*$ y un valor de control piloto de aceleración $i_{q_a}^*$. El valor de control piloto de carga $i_{q_Last}^*$ se corresponde con un par de fuerzas que se debe proporcionar por el motor al abrir el freno 36, a fin de compensar las diferencias de cargas estáticas entre el contrapeso y la cabina de ascensor teniendo en cuenta el cargamento. El valor de control piloto de aceleración $i_{q_a}^*$ se corresponde con el par de fuerzas a proporcionar para la aceleración o frenado.

5 El valor de control piloto de carga $i_{q_Last}^*$ se proporciona por un control piloto de carga 72, que es una función de la posición de la cabina de ascensor x_K medida y de un valor de salida LMS del sensor de carga 46, así como de un primer parámetro de control piloto k_1 , de un cuarto parámetro de control piloto m y de un quinto parámetro de control piloto O .

Dicho más exactamente, el valor de control piloto $i_{q_Last}^*$ se deduce como sigue

$$i_{q_Last}^* = k_1 \cdot (x_k - x_M / 2) + m \cdot LMS + O$$

10 donde x_M es la posición máxima de la cabina de ascensor o altura de caja.

15 El primer término de esta ecuación tiene en cuenta la masa del cable, que se parametriza por el primer parámetro de control piloto k_1 . El segundo término caracteriza el cargamento LMS que se parametriza por el cuarto parámetro de control piloto m . El quinto parámetro de control piloto O es una compensación que controla previamente la diferencia de carga en la que el contrapeso, en el caso de cabina vacía, es mayor que el peso de la cabina de ascensor. Cuando el contrapeso es exactamente tan grande como el peso de la cabina de ascensor vacía, el quinto parámetro de control piloto es igual a cero.

20 Para el valor de control piloto de carga se deben ajustar de forma apropiada al menos el primer parámetro de control piloto k_1 y el cuarto parámetro de control piloto m . La posición máxima de la cabina de ascensor x_M se debe ajustar eventualmente igualmente si ésta no se conoce ya de por sí.

25 En una instalación elevadora con cable inferior el primer parámetro de control piloto puede ser $k_1 = 0$.

El valor de control piloto de aceleración $i_{q_a}^*$ se proporciona por un control piloto de aceleración 74, que es una función del valor de consigna de aceleración de la cabina de ascensor a^* , de un segundo parámetro de control piloto k_2 , de la salida LMS del sensor de carga y de un tercer parámetro de control piloto k_3 .

30 Dicho más exactamente, el valor de control piloto de aceleración $i_{q_a}^*$ se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$i_{q_a}^* = (k_2 + k_3 \cdot LMS) \cdot a^*$$

35 En este caso la primera componente $k_2 \cdot a^*$ se basa en el hecho de que para la aceleración es válida la fórmula básica $M = J_s \cdot \alpha$. En este caso J_s es el momento de inercia del sistema de toda la instalación elevadora. α es la aceleración angular que es proporcional a la aceleración de la cabina de ascensor.

40 Dado que el motor eléctrico 32 se hace funcionar en general regulado por corriente y la corriente transversal es proporcional al par de fuerzas ($M \sim i_q$) en el caso de una regulación orientada al campo, el control piloto de aceleración necesario se puede realizar esencialmente a través de esta componente.

45 El momento de inercia del sistema J_s de la instalación elevadora se determina en general con cabina de ascensor vacía. Para un control piloto de aceleración especialmente fino se tienen en cuenta en la ecuación arriba mencionada adicionalmente el momento de inercia provocado por el cargamento de la cabina de ascensor y que entra en el valor de control piloto de aceleración $i_{q_a}^*$ mediante la componente $k_3 \cdot LMS \cdot \alpha^*$.

50 En las fórmulas arriba mencionadas es válido en general que el índice “*” indica un valor de consigna. No obstante, dado que el regulador de corriente 62 sólo presenta un pequeño retardo, para las finalidades de la presente descripción se puede partir de que $i_{q^*} \approx I_q$.

55 En el estado de la técnica se conoce en general ajustar los parámetros de control piloto esencialmente manualmente mediante un instalador. Además en el presente caso se deberían ajustar los parámetros de control piloto K_1 , K_2 , K_3 , m , O , así como eventualmente la posición máxima de la cabina de ascensor x_M . Este ajuste manual requiere tiempo y exige un buen personal cualificado.

60 En cuestión se integra por ello un dispositivo de ajuste 76 en el circuito de regulación 50, mediante el que se ajustan automáticamente los parámetros de control piloto, y a saber mediante un procedimiento de minimización de errores, mediante el que se minimiza un error e entre el valor de consigna de control piloto $i_{q_vor}^*$ y el valor de consigna de corriente i_{q^*} , que aparece durante un desplazamiento de puesta en servicio y/o durante un desplazamiento de funcionamiento.

El procedimiento de minimización de errores implementado por el dispositivo de ajuste 76 parte de que se debe minimizar el error $e(t)$ entre el valor de consigna de corriente i_{q^*} y el valor de consigna de control piloto $i_{q_vor}^*$.

ES 2 537 706 T3

En este caso para el valor de consigna de control piloto se estima en primer lugar respectivamente un valor ($i_{q_est^*}$) de modo que se deduce la función de error

$$e(t) = i_{q^*} - i_{q_est^*}.$$

5

En este caso el valor de consigna de control piloto estimado $i_{q_est^*}$ incluye tanto el control piloto de carga como también de aceleración. Con la finalidad de un cálculo sencillo se estima el valor de consigna de control piloto por ello como sigue:

10

$$i_{q_est^*} = (x_K - x_M/2) \cdot c_1 + a_K \cdot c_2 + 1 \cdot c_3.$$

Esta fórmula se puede escribir en forma matricial como sigue:

15

$$i_{q_est^*} = [u_1, u_2, u_3] \cdot [c_1, c_2, c_3]^T,$$

donde $u_1 = x_K - x_M/2$, donde $u_2 = a_K$ y donde $u_3 = 1$. Los parámetros c_1 , c_2 , c_3 son parámetros de cálculo.

20

Para la minimización de errores se aplica preferentemente el procedimiento del errores cuadráticos mínimos, de modo que se minimiza el error $e_2 = (i_{q^*} - i_{q_est^*})^2$.

Para ello durante un desplazamiento del ascensor se anotan los valores correspondientes de i_{q^*} en una multiplicidad de tiempos t_1 a t_n y los valores correspondientes de u_1 , u_2 y u_3 en los tiempos t_1 a t_n , de modo que se deduce la siguiente ecuación matricial:

25

$$\begin{bmatrix} i_{q^*}(t_1) \\ \vdots \\ i_{q^*}(t_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1(t_1) & u_2(t_1) & u_3(t_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ u_1(t_n) & u_2(t_n) & u_3(t_n) \end{bmatrix} \cdot [c_1, c_2, c_3]^T$$

Esta ecuación matricial se puede escribir de forma simplificada como

30

$$\underline{i}_{q^*} = \underline{u} \cdot \vec{c}.$$

La aplicación del procedimiento conocido en sí de errores cuadráticos mínimos conduce entonces a

$$\vec{c} = [\underline{U}^T \cdot \underline{U}]^{-1} \cdot \underline{U}^T \cdot \underline{i}_{q^*}.$$

35

Este algoritmo se puede calcular globalmente mediante un juego recibido de datos. Alternativamente también es posible calcular este algoritmo de forma recursiva, es decir, de t_1 a t_n sucesivamente.

40

El algoritmo determina entonces las constantes c_1 , c_2 , c_3 de modo que se minimiza el error cuadrático entre i_{q^*} y $i_{q_est^*}$.

A partir de los parámetros de cálculo c_1 , c_2 , c_3 se pueden determinar entonces los parámetros de control piloto como sigue.

45

De las fórmulas arriba mencionadas se deduce, por un lado, que $c_1 = k_1$. Para el cuarto parámetro de control piloto m y el quinto parámetro de control piloto O es válida la ecuación $m \cdot LMS + O = c_3$. Para determinar el cuarto y el quinto parámetro de control piloto se necesitan por ello en principio dos ecuaciones con valor diferente de LMS, dado que en la ecuación están presentes parámetros. Debido al conocimiento de que en un ascensor reina aproximadamente la compensación de carga en el caso de cargamento medio ($LMS \approx 0,5$) y entonces no se necesita un control piloto de carga para el cargamento, aproximadamente es válida la ecuación $m \cdot 0,5 + O = 0$. Durante el primer desplazamiento de puesta en servicio con cabina, por ejemplo, vacía ($LMS = 0$) se estima un valor de c_3 , de modo que m y O se pueden determinar aproximadamente mediante la suposición arriba mencionada.

55

Cuando se suben los pasajeros en un instante posterior ($LMS \neq 0$), se pueden determinar exactamente m y O .

Lo mismo es válido para el segundo y el tercer parámetro de control piloto k_2 , k_3 . Es válida la ecuación $k_2 + k_3 \cdot LMS = c_2$. En este caso la influencia de $k_3 \cdot LMS$ es relativamente pequeña, como máximo aproximadamente el 15%.

Después del primer desplazamiento se pone así $k_2 = c_2$. Cuanto más tarde se carga la cabina de ascensor (subida de los pasajeros) existen dos valores para c_2 con diferente LMS, de modo que la ecuación se puede resolver de forma unívoca para k_2 y k_3 .

5 Las relaciones arriba mencionadas se explican más en detalle mediante las siguientes figuras 3 a 8. La fig. 3 muestra un diagrama del par de carga M_{Load} y la velocidad de la cabina de ascensor v_K respecto al tiempo en un desplazamiento de la cabina de ascensor de una estación a una estación más elevada.

10 Las representaciones de M_{Load} y v_K se corresponden en este caso con un desplazamiento ampliamente ideal, lo que ya se desprende del desarrollo constante y sin tirones de la velocidad de la cabina de ascensor v_K .

15 En la zona de 0 a aproximadamente 3 segundos se ajusta, adicionalmente al par de carga a aplicar, un momento de aceleración con valor de al inicio aproximadamente -220 Nm . En la zona entre aproximadamente 3 segundos y 11 segundos baja el par de carga M_{Load} debido a una carga del cable variable que depende de la posición de la cabina. En la zona de aproximadamente 11 segundos a 14 segundos se proporciona un momento de frenado. En la zona de 14 a 15 segundos se realiza un desplazamiento lento para posibilitar una parada exacta de posición. Este desplazamiento lento se suprime según el tipo de ascensor, de modo que también es posible una entrada directa.

20 La fig. 4 muestra los valores, que aparecen durante el desplazamiento de ascensor, de $x_K - x_M/2$, de a^* y de la diferencia de carga que es una función $f(\text{LMS})$ del cargamento y por consiguiente permanece constante durante un desplazamiento.

25 La fig. 5 muestra ahora el desarrollo del valor de consigna de corriente i_{q^*} en el desplazamiento de puesta en servicio de la instalación elevadora. Asimismo el valor de consigna de control piloto estimado $i_{q_est^*}$ está representado según se determina hasta el final del desplazamiento mediante la estimación de los parámetros de cálculo c_1 , c_2 , c_3 . Los parámetros de control piloto k_1 , k_2 , k_3 , m , O resultantes de ello se usan para el desplazamiento siguiente para el control piloto $i_{q_vor^*}$.

30 En este caso para $i_{q_est^*}$ se asume un perfil determinado que, no obstante, todavía no está ajustado a las circunstancias específicas de la instalación elevadora recién instalada. En el desplazamiento de puesta en servicio no se usa, por ejemplo, en primer lugar ningún control piloto $i_{q_vor^*}$, de modo que sólo está activo el regulador de velocidad de rotación ($i_{q^*} = i_{q_soll^*}$). Por lo tanto para el valor de i_{q^*} se produce una serie de sobreoscilaciones considerables al menos durante el proceso de aceleración inicial, lo que se siente como un fuerte tirón en el arranque durante el desplazamiento de puesta en servicio. El desplazamiento de puesta en servicio se realiza preferentemente sin carga.

35 En el desarrollo del desplazamiento de puesta en servicio se consigue aplicando el procedimiento de minimización de errores arriba mencionado que el valor $i_{q_est^*}$ se ajuste adecuadamente y sólo se pueda influir de forma insignificante por las sobreoscilaciones iniciales.

40 Durante el desplazamiento de puesta en servicio según la fig. 5 se puede producir, por ejemplo, una velocidad de la cabina de ascensor v_K y una aceleración de la cabina de ascensor a_K , según están representadas en la fig. 6. El diagrama de la fig 6 representa gráficamente que en el arranque durante el desplazamiento de puesta en servicio todavía son necesarios procesos de regulación relativamente intensos de la aceleración, de modo que se produce en conjunto una curva de marcha relativamente mala.

45 La fig. 7 muestra ahora un segundo desplazamiento que se realiza, por ejemplo, con el mismo cargamento para clarificar que la estimación de los parámetros de control piloto a partir del desplazamiento de puesta en servicio ya ha obtenido resultados muy buenos

50 En la fig. 7 están representados de nuevo el valor de consigna de corriente i_{q^*} y el valor de consigna de control piloto estimado $i_{q_est^*}$. Adicionalmente se muestra la salida $i_{q_soll^*}$ del regulador de velocidad de rotación. Se reconoce que el regulador de velocidad de rotación todavía debe regular algo al comienzo del segundo desplazamiento. No obstante, esencialmente es $i_{q^*} = 0$, dado que la parte predominante de i_{q^*} se proporciona por el control piloto $i_{q_vor^*}$.

55 Del desarrollo de i_{q^*} e $i_{q_est^*}$ también se puede reconocer que el valor de control piloto ya se ha estimado muy adecuadamente. Sólo están presentes todavía diferencias mínimas en el arranque.

60 De ello se deduce que los parámetros de control piloto ajustados por el dispositivo de ajuste 76 ya están ajustados muy adecuadamente después del desplazamiento de puesta en servicio, de modo que se produce una curva de marcha muy buena, según está representado en la fig. 8, representando la fig. 8 de nuevo la velocidad de la cabina de ascensor v_K y la aceleración de la cabina de ascensor a_K . Estas curvas ya se corresponden ampliamente con curvas ideales, de modo que en conjunto con un único desplazamiento de puesta en servicio se ha realizado un ajuste automático de los parámetros de control piloto. Una optimización de los parámetros de control piloto k_2 , k_3 ,

m, O se realiza automáticamente en cuanto los pasajeros se suben la primera vez ($LMS \neq 0$). En particular la suposición arriba mencionada, de que la compensación de carga reina en el caso de 50% de carga adicional, se optimiza entonces al valor correcto. Por ello no es necesario un ajuste manual de los parámetros de control piloto.

5 El dispositivo de ajuste 76 puede trabajar posteriormente durante el funcionamiento continuo para adaptar los parámetros de control piloto de forma continua, en particular por ejemplo a fenómenos de desgaste de la instalación elevadora, como fricción o cambio de la calibración del sensor medidor de carga, etc.

10 Una modificación intensa del o de los parámetros de control piloto puede indicar que la instalación elevadora necesita un mantenimiento. En consecuencia el parámetro de control piloto se supervisa preferentemente por una rutina de supervisión durante el funcionamiento de la instalación elevadora. Al detectarse una modificación intensa la rutina de supervisión puede generar una señal de que es necesario un mantenimiento próximo o uno inmediato. La señal se envía preferentemente automáticamente a un servicio técnico.

15 Otra ventaja del ajuste de los parámetros de control piloto mediante medición de variables durante un desplazamiento consiste en que la fricción estática no se tiene esencialmente en cuenta, de modo que se puede evitar un ajuste erróneo debido a las influencias de la fricción estática.

20 En la fig. 9 se muestra con 80 un diagrama de flujo que representa una forma de realización preferida del procedimiento según la invención. En el diagrama de flujo 80 se usan en primer lugar valores estándares para los parámetros de control piloto k_1, k_2, k_3, m, O o estos valores se ponen todos a cero (etapa S1).

25 En la siguiente etapa, en el desplazamiento de puesta en servicio se lee en primer lugar el valor de LMS del sensor medidor de carga 46 (etapa S2). A continuación se abre el freno 36 (etapa S3). Durante el desplazamiento de puesta en servicio siguiente, el dispositivo de ajuste 76 estima los parámetros de cálculo c_1, c_2, c_3 y a saber durante todo el desplazamiento (etapa S4). Después de alcanzar el objetivo se cierra el freno en la etapa S5. A continuación en la etapa S6 se almacenan los valores c_1, c_2, c_3 estimados durante el desplazamiento y el valor LMS en una tabla.

30 En la etapa S7 se realiza en primer lugar una consulta de si en la tabla están presentes menos de dos valores diferentes de LMS. Éste es el caso en un desplazamiento de puesta en servicio (primer desplazamiento), de modo que el diagrama de flujo pasa a la etapa S8, en la que se parte aproximadamente de una compensación de carga del 50%. Por ello en una etapa S9 siguiente se almacena adicionalmente temporalmente el par de valores $c_3 = 0$ con $LMS = 0,5$. Por consiguiente en conjunto están presentes dos pares de valores para el siguiente cálculo, no almacenándose lo último en la tabla, sino sólo temporalmente.

35 En la etapa S10 se calculan m, O a partir de al menos dos pares de valores de LMS y c_3 mediante la ecuación $m \cdot LMS + O = c_3$. Si en un desplazamiento posterior se han subido por ejemplo pasajeros, de modo que están almacenados diferentes valores LMS y los c_3 correspondientes a ello en la tabla, la aproximación arriba mencionada ya no es necesaria. Por consiguiente se pueden optimizar aun más los parámetros m, O .

En la siguiente etapa S11 se calcula el primer parámetro de control piloto k_1 a partir de al menos un valor de c_1 mediante la ecuación $k_1 = c_1$.

45 En la siguiente etapa S12 se consulta de nuevo si se sitúan menos de dos valores LMS diferentes en la tabla. Éste es el caso durante el desplazamiento de puesta en servicio, de modo que el diagrama de flujo pasa a la etapa S13 en la que se pone $k_3 = 0$ y en la que el segundo parámetro de control piloto k_2 se calcula a partir de al menos un valor de c_2 mediante la ecuación $k_2 = c_2$. Si existen dos valores LMS diferentes en la tabla, lo que es el caso por ejemplo después de un desplazamiento posterior con pasajeros, se optimizan aun más k_2, k_3 en la etapa S14.

50 En la última etapa S15 se sustituyen los parámetros de control piloto k_1, k_2, k_3, m, O ajustados originalmente por los parámetros de control piloto calculados nuevamente.

55 Si existe otro requisito de desplazamiento, se realizan de nuevo las etapas de cálculo (etapa S16), para optimizar aun más los parámetros de control piloto o iniciar eventualmente trabajos de mantenimiento en el caso de una desviación o modificación lenta de los parámetros.

60 En el desplazamiento posterior pueden existir ya dos valores LMS diferentes. Si éste es el caso, en las etapas S7 y S12 se pueden evitar respectivamente las etapas S8, S9 o S13 para optimizar aun más así los parámetros k_2, k_3, m, O .

Lista de los caracteres usados en las fórmulas

65	xK	Posición medida de la cabina de ascensor
	xM	Posición máxima de la cabina de ascensor (altura de caja)
	x*	Valor de consigna de la posición de la cabina de ascensor

ES 2 537 706 T3

	vK	Velocidad medida de la cabina de ascensor (o derivada de xK)
	v*	Valor de consigna de la velocidad de la cabina de ascensor
	aK	Aceleración medida de la cabina de ascensor (o derivada de vK)
	a*	Valor de consigna de la aceleración de la cabina de ascensor
5	Js	Momento de inercia del sistema de la instalación elevadora
	Jm	Momento de inercia del motor eléctrico
	i _{q_soll} *	Salida de regulador de velocidad de rotación
	i _{q_vor} *	Valor de consigna de control piloto (= i _{q_Last} * + i _{q_a} *)
	i _{q_est} *	Valor de consigna de control piloto estimado
10	i _q *	Valor de consigna (suma de i _{q_soll} e i _{q_vor})
	M _{Mot}	Par de fuerzas del motor eléctrico
	M _{Load}	Carga que actúa sobre el motor eléctrico
	i _{q_Last} *	Valor de control piloto de carga
	i _{q_a} *	Valor de control piloto de aceleración
15	I _q	Corriente transversal del motor de campo giratorio
	k1	Primer parámetro de control piloto (masa del cable)
	k2	Segundo parámetro de control piloto (momento de inercia)
	k3	Tercer parámetro de control piloto (momento de inercia condicionado por el cargamento)
	m	Cuarto parámetro de control piloto (cargamento)
20	O	Quinto parámetro de control piloto (compensación)
	LMS	Salida de un sensor medidor de carga en cargamento porcentual (rango de valores de 0 a 1)
	e(t)	Función de error (=i _q *-i _{q_est} *)
	P	Regulador proporcional del circuito de regulación de posición
	PI	Regulador proporcional / integral del circuito de regulación de velocidad de rotación
25	c	Constante de motor (c = M _{Mot} /I _q)
	α	Aceleración angular (proporcional a a)
	ω	Velocidad angular (proporcional a v)
	β	Ángulo de giro (proporcional a x)
	c1	Primer parámetro de cálculo (= k1)
30	c2	Segundo parámetro de cálculo (= k2 + k2 · LMS)
	c3	Tercer parámetro de cálculo (= m · LMS + O)

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el ajuste de un circuito de regulación (60) para un accionamiento (30) de una instalación elevadora (10), en particular para un accionamiento de motor eléctrico (30), en el que el circuito de regulación (60) presenta un circuito de regulación de accionamiento (62) y un control piloto (70) que predetermina un valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) para el circuito de regulación de accionamiento (62), en el que el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) es una función de al menos una variable (xK , LMS, a^*) medible de la instalación elevadora (10) y de al menos un parámetro de control piloto ($k1$, $k2$, $k3$, m , O) ajustable, **caracterizado porque**
- 10 en la puesta en servicio de la instalación elevadora (10) y/o durante el funcionamiento de la instalación elevadora (10), el parámetro de control piloto ($k1$, $k2$, $k3$, m , O) se ajusta automáticamente mediante un procedimiento de minimización de errores (76), mediante el que se minimiza un error (e) entre el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) y un valor de consigna de accionamiento (i_{q^*}) aplicado por el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) durante un desplazamiento de puesta en servicio y/o durante un desplazamiento de funcionamiento.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que durante el desplazamiento de puesta en servicio y/o el desplazamiento de funcionamiento se realiza una multiplicidad de mediciones sucesivas temporalmente del valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) y del valor de consigna de accionamiento (i_{q^*}), así como de las variables (xK , LMS, a^*) y en el que el procedimiento de minimización de errores se realiza en base a las mediciones.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el procedimiento de minimización de errores es un procedimiento de errores cuadráticos mínimos.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 3, en el que se ajusta automáticamente una multiplicidad de parámetros de control piloto ($k1$, $k2$, $k3$, m , O).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 4, en el que durante un desplazamiento de puesta en servicio se ajusta automáticamente un primer parámetro de control piloto ($k1$) que parametriza una carga del cable.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 5, en el que durante un desplazamiento de puesta en servicio se ajusta automáticamente un segundo parámetro de control piloto ($k2$) que parametriza un momento de inercia (J_s) de la instalación elevadora (10).
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 6, en el que durante un desplazamiento posterior, en el que el cargamento (LMS) de una cabina de ascensor (12) de la instalación elevadora (10) es diferente respecto a un desplazamiento de puesta en servicio, se ajusta un tercer parámetro de control piloto ($k3$) que parametriza el momento de inercia provocado por el cargamento (LMS), y/o se ajusta un cuarto parámetro de control piloto (m) que parametriza una carga del cargamento.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 7, en el que el circuito de regulación de accionamiento presenta un regulador de corriente (62) para la regulación de una corriente eléctrica (I_q) de un motor de accionamiento (32), así como un regulador de velocidad de rotación (64) preconectado, cuya salida ($i_{q_soll}^*$) está conectada con la entrada del regulador de corriente (62), en el que el valor de consigna de accionamiento (i_{q^*}) forma la entrada del regulador de corriente (62).
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) se superpone sobre la salida ($i_{q_soll}^*$) del regulador de velocidad de rotación (64), de manera que el valor de consigna de accionamiento (i_{q^*}) está formado por la suma de la salida ($i_{q_soll}^*$) del regulador de velocidad de rotación (64) y del valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$).
- 50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 9, en el que el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) presenta un valor de control piloto de carga ($i_{q_Last}^*$) y un valor de control piloto de aceleración ($i_{q_a}^*$), en el que el valor de control piloto de aceleración ($i_{q_a}^*$) depende del cargamento (LMS) de una cabina de ascensor (12) de la instalación elevadora (10).
- 55 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 10, en el que para la determinación automática de los parámetros de control piloto ($k1$, $k2$, $k3$, m , O) se estima el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) según la fórmula siguiente:

$$i_{q_est}^* = (xK - xM/2) \cdot c1 + aK \cdot c2 + 1 \cdot c3,$$

donde

$i_{q_est}^*$ estimación del valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$),

xK	posición actual de la cabina de ascensor
aK	aceleración actual de la cabina de ascensor
xM	posición máxima de la cabina de ascensor
c1	primer parámetro de cálculo
5 c2	segundo parámetro de cálculo
c3	tercer parámetro de cálculo.

10 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que el primer parámetro de cálculo c1 es igual a un primer parámetro de control piloto (k1), en el que el segundo parámetro de cálculo c2 es una función de un segundo y de un tercer parámetro de control piloto (k2, k3), y en el que el tercer parámetro de cálculo c3 es una función de un cuarto y de un quinto parámetro de control piloto (m, O).

15 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 12, en el que el parámetro de control piloto (k1, k2, k3, m, O) se supervisa por una rutina de supervisión durante el funcionamiento de la instalación elevadora (10).

20 14. Dispositivo de control (40) para una instalación elevadora (10), con un circuito de regulación (60) para un accionamiento (30) de una instalación elevadora (10), en particular para un accionamiento de motor eléctrico (30), en el que el circuito de regulación (60) presenta un circuito de regulación de accionamiento (62) y un control piloto (70) que predetermina un valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) para el circuito de regulación de accionamiento (62), en el que el valor de consigna de control piloto ($i_{q_vor}^*$) es una función de al menos una variable (xK, LMS, a*) medible de la instalación de evaluación (10) y al menos de un parámetro de control piloto (k1, k2, k3, m, O) ajustable, en el que el parámetro de control piloto (k1, k2, k3, m, O) está ajustado mediante el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 13.

25 15. Instalación elevadora (10) con una cabina de ascensor (12) y una accionamiento (30), que se regula con un circuito de regulación (60) de un dispositivo de control (40) según la reivindicación 14.

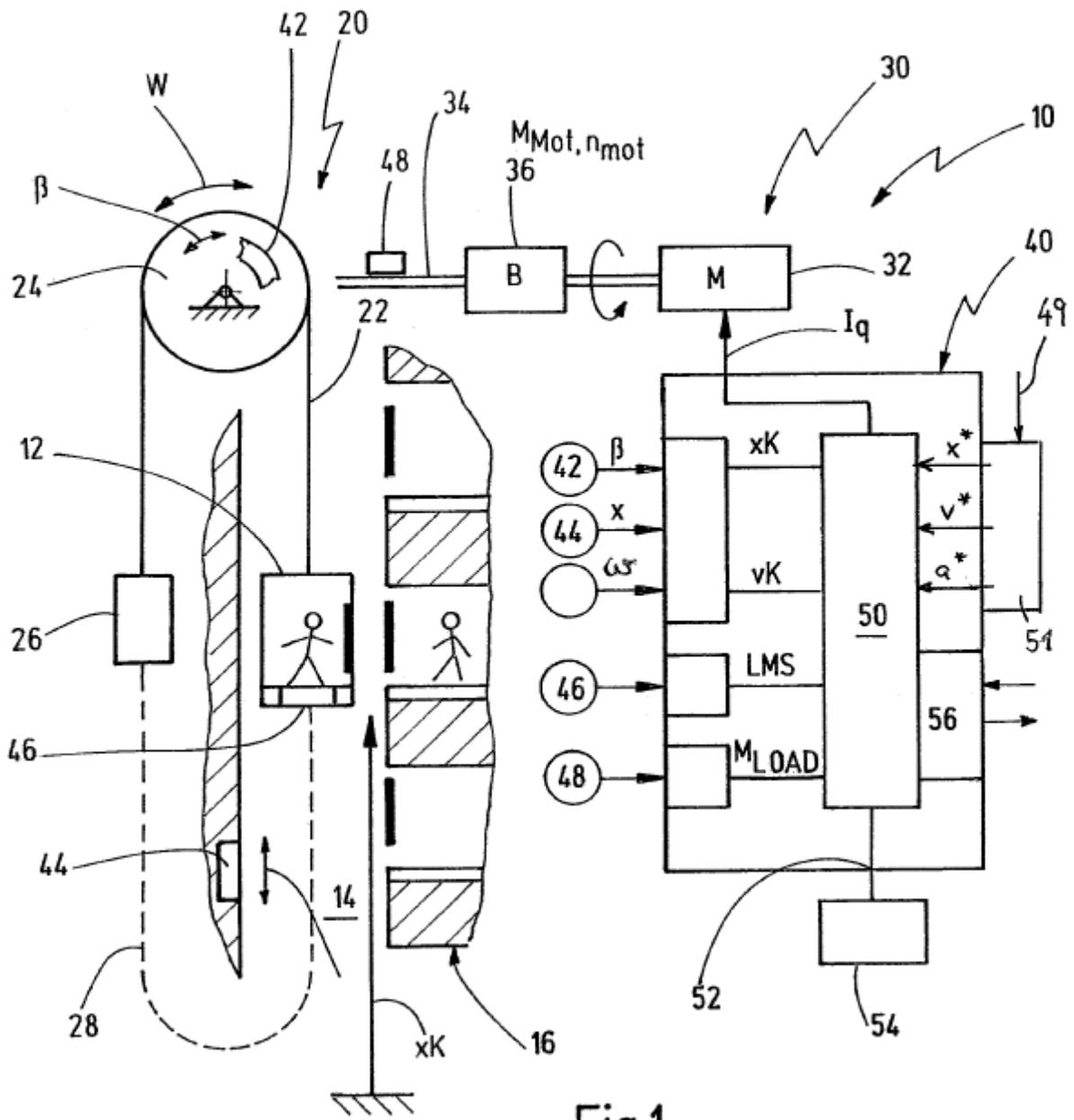


Fig.1

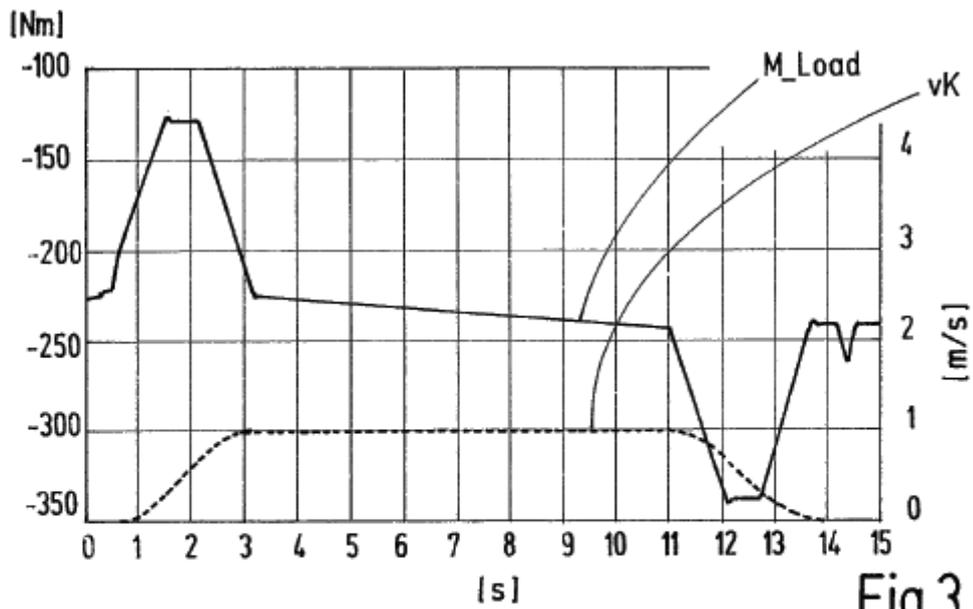


Fig.3

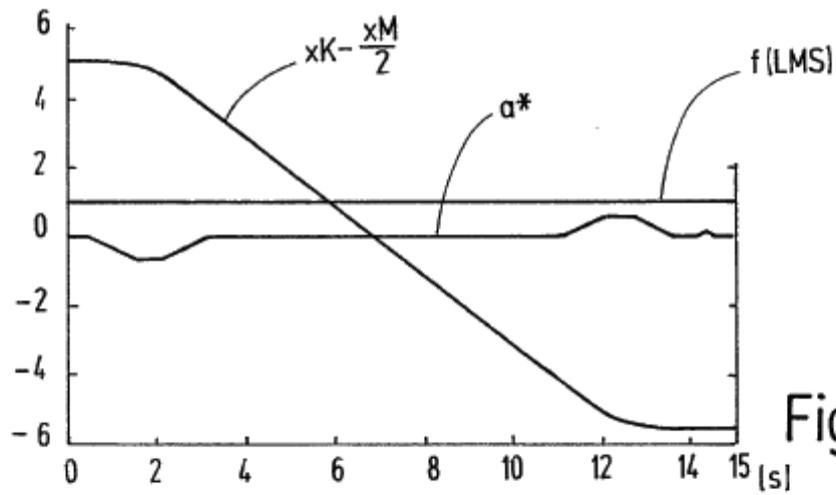


Fig.4

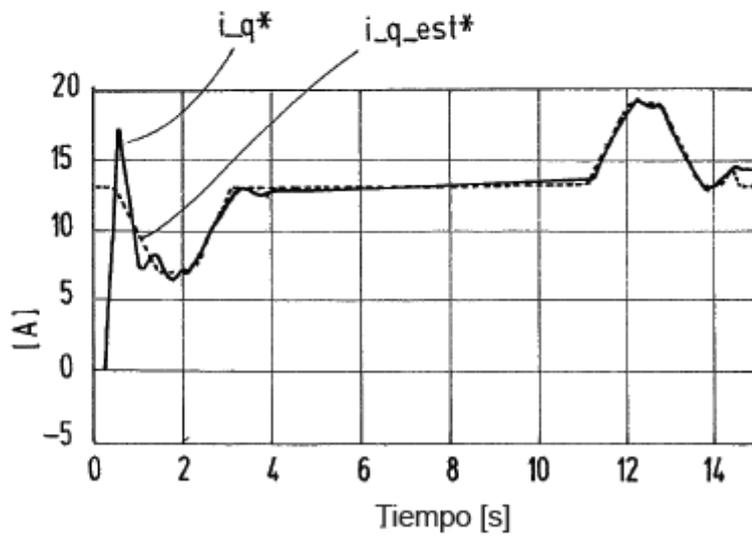
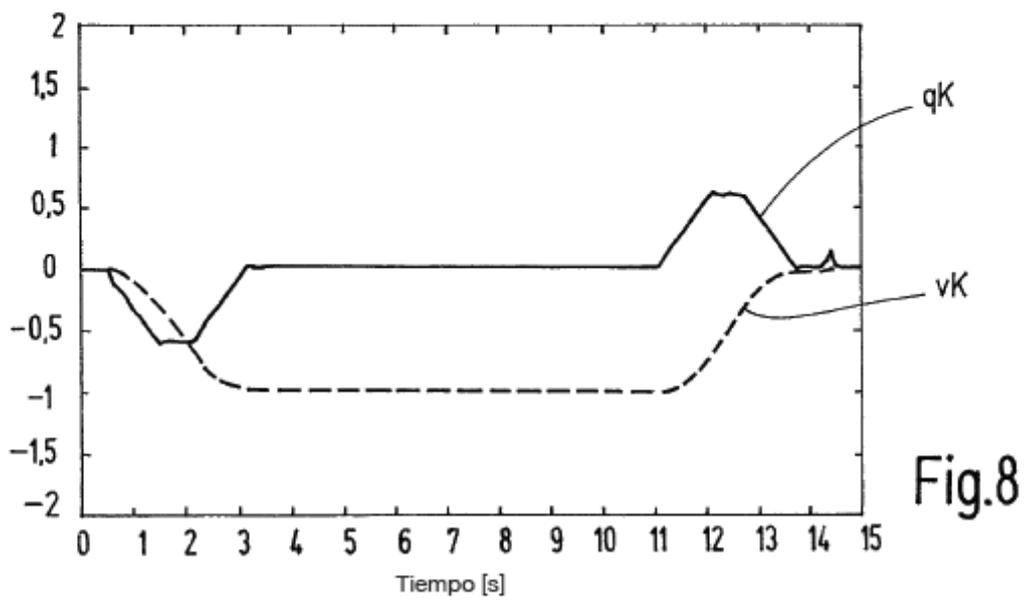
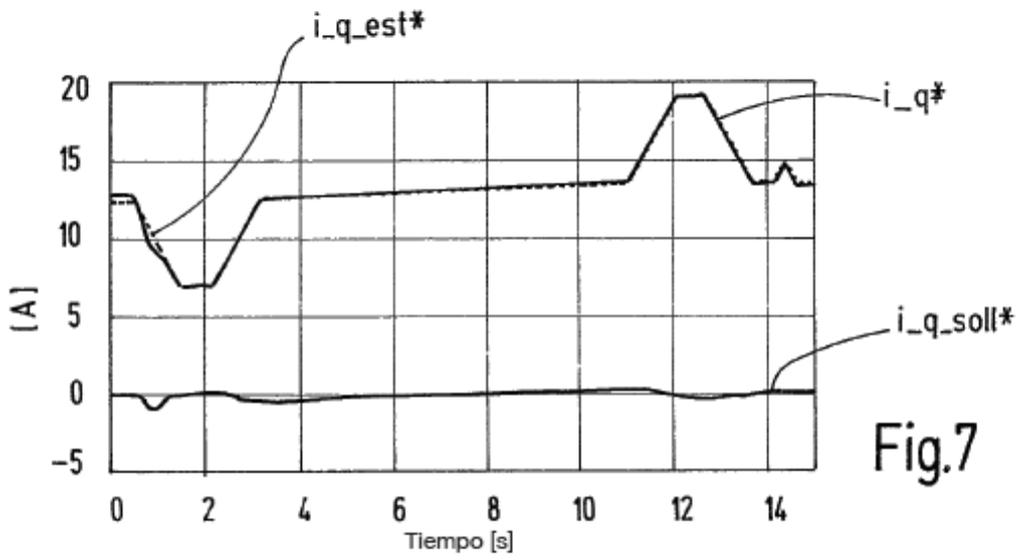
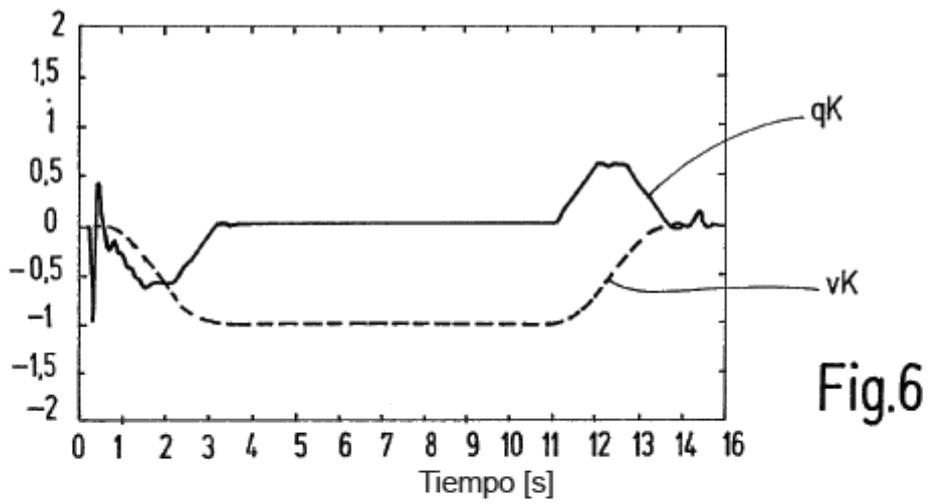


Fig.5



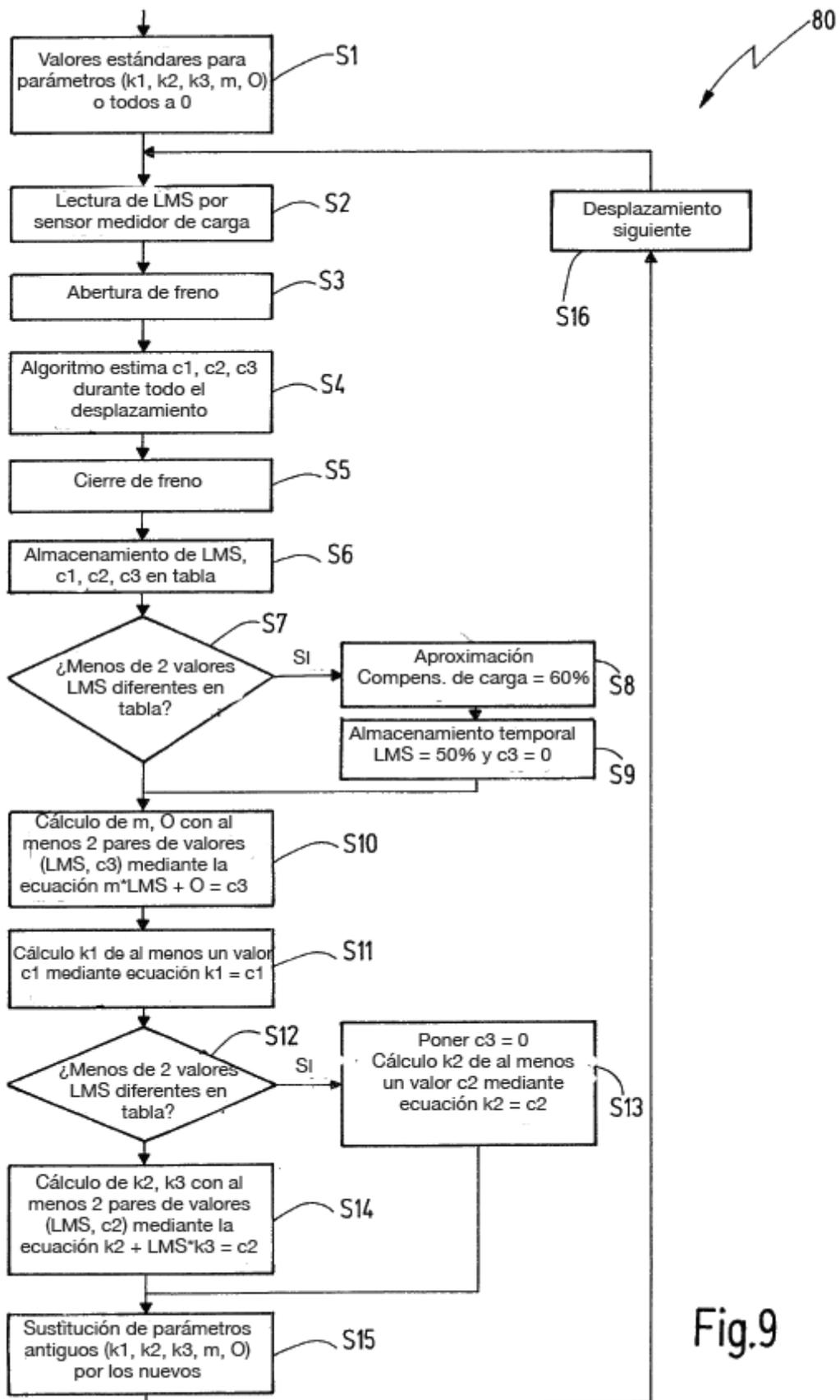


Fig.9