

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 115**

51 Int. Cl.:

**B66C 23/90** (2006.01)

**B66D 1/48** (2006.01)

**B66D 1/50** (2006.01)

**B66D 1/52** (2006.01)

**B66D 1/58** (2006.01)

**B66C 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2018** E 18198721 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** EP 3470361

54 Título: **Procedimiento de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga y dispositivo de levantamiento asociado**

30 Prioridad:

**16.10.2017 FR 1759662**

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

**25.02.2021**

73 Titular/es:

**MANITOWOC CRANE GROUP FRANCE (100.0%)  
66 Chemin du Moulin Carron  
69570 Dardilly, FR**

72 Inventor/es:

**GRIMAUD, SIMON**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 808 115 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 de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga y dispositivo de levantamiento asociado

5 La presente invención se refiere al campo de los artefactos de levantamiento, más específicamente de las grúas torre y, en particular, a los medios de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga.

10 Según una configuración habitual, una grúa torre comprende un mástil vertical, una pluma, llevada por el mástil y orientable en azimut alrededor del mástil según un movimiento denominado de orientación, así como un carro que está montado móvil en traslación radial a lo largo de dicha pluma que realiza, de este modo, un movimiento denominado de distribución. El carro lleva un gancho, suspendido en el carro por un cable cuya longitud es modificable por medio de un cabrestante que manda, de este modo, el movimiento vertical de dicho gancho, denominado movimiento de levantamiento. La carga está acoplada mecánicamente al gancho por medio de eslingas.

15 Se conoce que se dota una grúa con un sistema a bordo de seguridad configurado para bloquear/vetar la ejecución, por los órganos motores de la grúa, de mandos producidos según las instrucciones del operador de la grúa, susceptibles de generar unos movimientos considerados como peligrosos o inapropiados.

20 La fase de transición, en el transcurso de la que la carga colocada en el suelo se levanta en el aire, requiere una atención particular. De este modo, en el caso de un levantamiento tradicional, el operador de la grúa se asegura de que el despegue de la carga se efectúa a velocidad reducida. En la hipótesis en que el valor de la carga medido exceda un umbral determinado, el sistema de seguridad está configurado para bloquear el movimiento de levantamiento antes de que esta última abandone el suelo. El sistema de control de mando también puede incluir, como se describe en el documento de patente de los Estados Unidos US 8 708 170, unos medios para limitar las oscilaciones observadas durante el movimiento de levantamiento, en concreto, por detección del paso del estado estático en que la carga está colocada en el suelo al estado suspendido y por limitación de la velocidad del movimiento de levantamiento durante la transición entre dichos estados.

30 Sin embargo, ningún sistema de control de mando conocido incluye unos medios para vetar el despegue de la carga colocada en el suelo, si las eslingas no se han tensado previamente a esta operación, como lo requieren las reglas de seguridad. En efecto, estas últimas prevén que un operador en el suelo fije las eslingas destensadas, a la carga y al gancho de la grúa. Luego, a escasa velocidad, el operador de la grúa realiza un movimiento de levantamiento para tensar las eslingas, asegurándose, no obstante, de que la carga no despegue del suelo. El operador en el suelo puede asegurarse, entonces, de la buena colocación de las eslingas y del equilibrado de la carga que ha quedado en el suelo. Si la verificación resulta concluyente, el operador de la grúa puede, entonces, poner en marcha un movimiento de levantamiento para levantar la carga en el aire. Solamente una vez que la carga está en el aire, el operador de la grúa puede aumentar la velocidad del movimiento de levantamiento.

40 No estando los sistemas de seguridad conocidos configurados para detectar un levantamiento brusco de la carga sujeta al gancho con unas eslingas destensadas, la carga puede, por lo tanto, levantarse en el aire, aunque exceda la carga máxima autorizada. En efecto, siendo la velocidad del movimiento de levantamiento elevada y estando las eslingas destensadas, es posible que la medición del valor de la carga no se pueda realizar más que una vez que la carga está en el aire. Por lo tanto, estas manipulaciones pueden provocar la basculación de la grúa o también la rotura de ciertos componentes - cable, eslingas, oreja de levantamiento, parte de carro, parte de polipasto, pluma, etc.

45 Es por esto por lo que todavía existe una necesidad de unos medios capaces de detectar, con el fin de vetarlos, los movimientos de levantamiento de una carga colocada en el suelo en el aire, si las eslingas acopladas mecánicamente a la carga y al gancho no están tensadas.

50 Uno de los objetos de la invención es mejorar la seguridad de manera general de los dispositivos de levantamiento equipados con medios de procesamiento y con un sensor capaz de medir el valor de la carga ejercido sobre el gancho. Otro objeto de la invención es reducir el riesgo de basculación de una grúa o de la rotura de material vinculado a un movimiento de levantamiento, eslingas destensadas.

55 Otro objeto de la invención es proporcionar unos medios para mejorar la seguridad de manera general de los dispositivos de levantamiento, diseñados para reducir el riesgo de identificar, erróneamente, una situación peligrosa, típicamente cuando la carga ya está despegada.

60 Otro objeto de la invención es permitir la detección de la ocurrencia de un levantamiento brusco y permitir vetar/bloquear el movimiento de levantamiento correspondiente antes de haber alcanzado los límites máximos de daño o de basculación del dispositivo de levantamiento y de los aparatos de levantamiento.

65 Otro objeto de la invención es permitir un procesamiento dinámico de numerosos parámetros pertinentes para la detección de un movimiento de levantamiento, eslingas destensadas, siendo dichos parámetros fácilmente adaptables a cada tipo de grúa.

Otro objeto de la invención es proporcionar unos medios para mejorar la seguridad de manera general de los dispositivos de levantamiento, poco costosos en términos de material necesario y de mano de obra.

5 Otro objeto de la invención es proporcionar unos medios, para mejorar la seguridad de manera general de los dispositivos de levantamiento, fiables en el tiempo y robusto contra averías.

El dispositivo cumple uno o varios de estos objetos según la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes proporcionan, además, unas soluciones para estos objetos y/u otras ventajas.

10 Más particularmente, según un primer aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga acoplada mecánicamente a un gancho de un dispositivo de levantamiento por unos enlaces flexibles, siendo los enlaces flexibles susceptibles de presentarse, cuando la carga está colocada en el suelo, ya sea en un estado tensado, ya sea en un estado destensado. El procedimiento incluye las siguientes etapas:

- 15
- una etapa de detección del inicio de una fase transitoria entre un instante inicial en que la carga está colocada en el suelo y un instante final en que la carga está suspendida en el aire;
  - una etapa de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, si los enlaces flexibles se encuentran, en al menos un instante de la fase transitoria, en el estado destensado.

20 En el transcurso de la etapa de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, se puede determinar si los enlaces flexibles se encuentran en el estado destensado:

- 25
- determinando un valor de carga ejercida sobre el gancho;
  - determinando la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo;
  - identificando que los enlaces flexibles se encuentran en el estado destensado si la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo es superior o igual a un umbral de variación.

30 En lugar del valor de la carga ejercida sobre el gancho, es posible, igualmente, utilizar un valor equivalente, por ejemplo, una medición de par mecánico equivalente, una medición de corriente de un motor de levantamiento función del valor de la carga, etc.

35 En el transcurso de la etapa de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, se puede identificar que los enlaces flexibles se encuentran en el estado destensado, si la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo es superior o igual al umbral de variación, durante un subperíodo temporal de la fase transitoria cuya duración es superior a una duración de verificación. En particular, ventajosamente, se puede determinar la velocidad de levantamiento del gancho, estando, entonces, la duración de verificación determinada en función de la velocidad de levantamiento, de modo que la duración de verificación es tanto más corta en cuanto que la velocidad de levantamiento del gancho es grande.

40 En el transcurso de la etapa de detección del inicio de la fase transitoria, se puede determinar, sobre una ventana temporal de análisis, los valores de carga ejercida sobre el gancho, estando el inicio de la fase transitoria detectado solamente si no está detectada ninguna oscilación de los valores de carga ejercida sobre el gancho, para la ventana temporal de análisis. En un modo de realización, en el transcurso de la etapa de detección del inicio de la fase transitoria:

- 45
- se determina una media, para la ventana temporal de análisis, de los valores de carga ejercida sobre el gancho;
  - al final de un período de espera después de la ventana temporal de análisis, se determina el valor de carga ejercida sobre el gancho;
- 50 estando el inicio de la fase transitoria detectado, en el transcurso de la etapa de detección del inicio de la fase transitoria, solamente si la diferencia entre, por una parte, el valor de carga ejercida sobre el gancho al final del período de espera y, por otra parte, la media, para la ventana temporal de análisis, de los valores de carga ejercida, es inferior o igual a un umbral de oscilación.

55 Cuando la carga está suspendida, las dinámicas provocadas por los movimientos de levantamiento y de distribución, provocan unas oscilaciones del sistema y perturban la medición del valor de carga. Estas perturbaciones pueden crear unas evoluciones de carga bruscas idénticas al fenómeno de despegue de eslingas destensadas. La detección de estas oscilaciones permite, por lo tanto, distinguir los casos de despegue de carga de eslingas destensadas de los casos de oscilaciones del sistema debidas a la utilización considerada como normal del dispositivo de levantamiento.

60 En el transcurso de la etapa de detección del inicio de la fase transitoria, estando el inicio de la fase transitoria detectado, el inicio de la fase transitoria está detectado solamente si un valor inicial de carga ejercida sobre el gancho es inferior o igual a un umbral de carga, estando este valor inicial establecido en el momento en que la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo está detectada como que es superior o igual al umbral de variación.

65

De este modo, es posible reducir unas detecciones abusivas, verificando que el valor de la carga es relativamente escaso en el momento en que la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo es fuerte, condición cumplida cuando se inicia la fase transitoria.

- 5 En una realización ventajosa, la etapa de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida pone en marcha automáticamente una etapa de corte del movimiento de levantamiento de la carga.

En una realización favorita y no limitativa, el procedimiento según la invención se implementa en una grúa torre.

- 10 Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento según el primer aspecto, cuando dicho programa se ejecuta por un procesador.

- 15 Cada uno de estos programas puede utilizar cualquier lenguaje de programación y estar bajo la forma de código fuente, código objeto o de código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada o en cualquier otra forma deseable. □En particular, es posible utilizar el lenguaje C/C++, el lenguaje TM de los lenguajes de script, tales como, en concreto, tcl, javascript, python, perl que permiten una generación de código "a solicitud" y no necesitan una sobrecarga significativa para su generación o su modificación.

- 20 Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un soporte de grabación legible por un ordenador sobre el que está grabado un programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento según el primer aspecto.

- 25 El soporte de informaciones puede ser cualquier entidad o cualquier dispositivo apto para almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede incluir un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo, un CD-ROM o una ROM de circuito microelectrónico o también un medio de grabación magnética, por ejemplo, un disquete o un disco duro. Por otra parte, el soporte de informaciones puede ser un soporte transmisible, tal como una señal eléctrica u óptica, que puede enrutarse por un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según la invención se puede descargar, en particular, en una red Internet o Intranet. Como alternativa, el soporte de informaciones puede ser un circuito integrado en el que está incorporado el programa, estando el circuito adaptado para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento en cuestión.

- 30 Según un cuarto aspecto, la invención se refiere, igualmente, a un módulo de aseguramiento, adaptado para implementar el procedimiento según el primer aspecto, de un movimiento de levantamiento de una carga acoplada mecánicamente a un gancho de un dispositivo de levantamiento por unos enlaces flexibles, siendo los enlaces flexibles susceptibles de presentarse, cuando la carga está colocada en el suelo, ya sea en un estado tensado, ya sea en un estado destensado. El módulo incluye:

- 35 - unos medios de detección del inicio de una fase transitoria entre un instante inicial en que la carga está colocada en el suelo y un instante final en que la carga está suspendida en el aire;
- 40 - unos medios de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, si los enlaces flexibles se encuentran, en al menos un instante de la fase transitoria, en el estado destensado.

- 45 En particular, los medios de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida pueden estar configurados para determinar si los enlaces flexibles se encuentran en el estado destensado:

- 50 - determinando un valor de carga ejercida sobre el gancho;
- determinando la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo;
- identificando que los enlaces flexibles se encuentran en el estado destensado si la derivada del valor de carga ejercida sobre el gancho con respecto al tiempo es superior o igual a un umbral de variación.

Según un quinto aspecto, la invención se refiere, igualmente, a un dispositivo de levantamiento que incluye un módulo de aseguramiento según el cuarto aspecto, como, por ejemplo, una grúa torre.

- 55 La invención también se puede aplicar a otras familias de grúas - grúa de pluma elevable, etc. - transponiendo los cálculos realizados según el modelo de la invención a la geometría de dichas grúas.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto, en la descripción a continuación de modos de realización, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 60 - la figura 1 es un esquema de arquitectura de un sistema de control de levantamiento de una carga, según un modo de realización;
- la figura 2 es un cuadro sinóptico de las etapas de un procedimiento de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga según la invención;
- 65 - la figura 3 es un cuadro sinóptico de las etapas de un procedimiento de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga, según un modo de realización detallada por la invención;

- la figura 4 representa, un esquema de principio utilizado para describir una grúa torre;
- la figura 5a representa esquemáticamente la carga colocada en el suelo rodeada por unas eslingas destensadas fijadas al gancho;
- la figura 5b representa esquemáticamente la carga colocada en el suelo rodeada por unas eslingas tensadas, fijado al gancho;
- la figura 6a es un diagrama que representa la variación en el transcurso del tiempo  $t$  del valor  $C$  de la carga ejercida sobre el gancho, cuando el movimiento de levantamiento se ha realizado mientras que las eslingas estaban tensadas, a velocidad reducida;
- la figura 6b es un diagrama que representa la variación en el transcurso del tiempo  $t$  del valor  $C$  de la carga ejercida sobre el gancho, cuando el movimiento de levantamiento se ha realizado mientras que las eslingas estaban destensadas;
- la figura 7a es un diagrama que representa una señal de variación del valor  $C$  de la carga en el transcurso del tiempo  $t$ , correspondiente a un caso en que la carga está suspendida en el aire y oscila;
- la figura 7b es un diagrama que representa una señal de variación del valor  $C$  de la carga en el transcurso del tiempo  $t$ , correspondiente a un caso en que la carga está colocada en el suelo antes de estar suspendida en el aire.

Se hace referencia a la figura 1, en la que se representa un sistema de control de levantamiento 1 de una carga 2. Este sistema es aplicable a un dispositivo de levantamiento de cargas, tal como una grúa torre 3.

Con referencia a la figura 4, se puede considerar aplicar el sistema 1 a cualquier tipo de grúa 3 que comprenda una pluma 4 que es orientable en guiñada alrededor de un eje vertical ( $ZZ'$ ), según un movimiento de orientación y que está dispuesta de modo que la carga 2 esté suspendida en dicha pluma 4 por medio de enlaces flexibles 9 (o eslingas) acoplados a un gancho 8 llevado por un cable 5 y esto de tal manera que dicha grúa 3 pueda modificar la distancia radial de dicha carga 2 con respecto al eje vertical, según un movimiento de distribución, así como la longitud del cable 5 que une la pluma 4 a la carga 2, según un movimiento denominado de levantamiento, con el fin de poder modificar la altitud de la carga 2.

La grúa 3 puede formar, de este modo, por ejemplo, una grúa de pluma elevable (pluma basculante), una grúa telescópica o, de forma particularmente preferente, una grúa torre.

Los enlaces flexibles 9, llamados, de otra manera, eslingas, son unos accesorios de levantamiento flexible, fabricadas típicamente a partir de cuerdas, cables y/o cadenas, provistos en sus extremos de dispositivos de fijación - tal como unos ganchos, grilletes o anillos de levantamiento, destinados a estar acoplados al gancho 8 de la grúa.

Una vez posicionadas, los enlaces flexibles 9 se fijan a la carga, para permitir que la grúa desplace esta última. Los enlaces flexibles 9 también pueden incluir, igualmente, otros elementos de fijación - por ejemplo, unos grilletes - para permitir su acoplamiento mecánico a la carga.

En el siguiente ejemplo no limitativo, la grúa torre comprende un mástil vertical 6, que materializa el eje vertical ( $ZZ'$ ), una pluma 4 llevada por el mástil 6 y orientable en azimut (guiñada) alrededor del mástil 6, así como un carro 7 que está montado móvil en traslación radial a lo largo de dicha pluma.

En lo que sigue, se asimilará, por simple comodidad de descripción, los medios de acoplamiento mecánico de la carga 2 al gancho 8 de la grúa a unas eslingas 9 que forman, como recordatorio, unos enlaces flexibles.

En este momento, se describe el proceso asegurado requerido según las reglas de la técnica para arrastrar la carga 2 en un movimiento de levantamiento desde el suelo hasta el aire, con referencia a las figuras 5a y 5b en las que se representa la carga 2 colocada en el suelo, en un estado estático.

En un primer tiempo, representado en la figura 5a, las eslingas 9 están solidarizadas con la carga 2: típicamente, un operador en el suelo rodea la carga 2 con las eslingas 9 y fija estas últimas al gancho 8 de la grúa. Como variante, las eslingas 9 pueden estar fijadas a una plataforma 90 sobre la que está colocada la carga 2. Para realizar esta operación, las eslingas 9 deben estar destensadas.

Luego, en un segundo tiempo, el operador de la grúa comienza un movimiento de levantamiento del gancho 8, a escasa velocidad, para tensar las eslingas, como se representa en la figura 5b. La carga permanece en el estado estático, colocada en el suelo y no debe abandonar el suelo. El operador en el suelo se asegura, entonces, de la buena colocación de las eslingas y el equilibrado de la carga que ha quedado en el suelo. Después de confirmación por el operador en el suelo, el operador de la grúa procede a un nuevo movimiento de levantamiento, estando las eslingas previamente tensadas, que arrastra esta vez la carga 2 en el aire. La carga 2 se encuentra, entonces, en un estado suspendido (no representado en las figuras).

La transición del estado estático hacia el estado suspendida de la carga 2 debe imperativamente, por unas razones de seguridad, realizarse únicamente cuando las eslingas están tensadas.

La figura 6a muestra, en un diagrama, la variación en el transcurso del tiempo del valor C de la carga ejercida sobre el gancho 8, cuando el movimiento de levantamiento se ha realizado mientras que las eslingas estaban tensadas, a velocidad reducida. Por contraste, la figura 6b muestra, en un diagrama, la variación en el transcurso del tiempo del valor C de la carga ejercida sobre el gancho 8, cuando el movimiento de levantamiento se ha realizado mientras que las eslingas estaban destensadas, contrariamente a lo que prevé el proceso asegurado. Se constata, en particular, que la variación en el transcurso del tiempo del valor C de la carga es bastante más importante que en el ejemplo de la figura 6a.

El sistema de control de mando 1 incluye, en particular, un dispositivo de pilotaje 10, un dispositivo de vigilancia y de control 20, un controlador 30 y un sistema de ejecución de mandos 40.

El sistema de ejecución de mandos 40 incluye típicamente:

- un dispositivo motor de levantamiento 41 acoplado al cabrestante, capaz de desplazar la carga 2 según un movimiento de levantamiento, en función de consignas recibidas;
- un dispositivo motor de distribución 42 acoplado al carro 7, capaz de desplazar dicho carro 7 según un movimiento de distribución, en función de consignas recibidas;
- un dispositivo motor de orientación 43 acoplado a la pluma 4, capaz de desplazar dicha pluma y, por lo tanto, el carro 7 y la carga 2 según un movimiento de orientación, en función de las consignas recibidas.

El sistema de ejecución de mandos 40 incluye, igualmente, un sistema de medición 45 configurado para suministrar un conjunto de mediciones físicas y mecánicas MED, relativas a los dispositivos motores 41-42-43, a la carga, así como al entorno de la grúa 3.

Más particularmente, el sistema de medición 45 incluye un conjunto de sensores para medir el valor de la carga vertical producida por la carga 2.

El dispositivo de pilotaje 10 está configurado para producir unas consignas de velocidad de levantamiento CMD en función de interacciones con un operador de la grúa y para transmitir dichas consignas de velocidad de levantamiento CMD al dispositivo de vigilancia y de control 20. Las consignas de velocidad de levantamiento CMD pueden incluir, en concreto, unas consignas de posicionamiento y/o de velocidad y/o de aceleración, destinadas, en particular, a ser transmitidas al dispositivo motor de levantamiento 41.

El dispositivo de pilotaje 10 comprende, generalmente, una interfaz de usuario, por ejemplo, del género palanca de mando, que está destinada a ser manipulada por un operador de la grúa para producir las consignas de velocidad de levantamiento CMD. No obstante, las consignas de velocidad de levantamiento CMD pueden estar producidas, igualmente, por otros medios, tal como un dispositivo automatizado de pilotaje.

El dispositivo de vigilancia y de control 20 está acoplado al dispositivo de pilotaje 10 para recibir las consignas de velocidad de levantamiento CMD y al sistema de medición del sistema de ejecución de mandos 40 para recibir el conjunto de mediciones MED.

El dispositivo de vigilancia y de control 20 está configurado para producir, en función de las consignas de velocidad de levantamiento CMD y del conjunto de mediciones MED, unas consignas de velocidad de levantamiento optimizadas CMD' destinadas a ser ejecutadas por el dispositivo motor de levantamiento 41 para desplazar según un movimiento de levantamiento la carga suspendida 2, garantizando la seguridad global durante el pilotaje de la grúa. Según la invención, el dispositivo de vigilancia y de control 20 también incluye un módulo de aseguramiento 21 adaptado para identificar las situaciones prohibidas de levantamiento, consideradas como anormales y/o peligrosas y/o vetadas. El dispositivo de vigilancia y de control 20 está configurado, además, para vetar la implementación de las consignas de velocidad de levantamiento CMD cuando el módulo de aseguramiento 21 ha identificado una situación prohibida de levantamiento y/o producir una señal de alerta destinada a unos dispositivos de seguridad configurados para bloquear el movimiento de levantamiento y/o poner la grúa en una configuración asegurada.

El controlador 30 está acoplado al sistema de ejecución de mandos 40 y al dispositivo de vigilancia y de control 20 para recibir las consignas optimizadas de velocidad de levantamiento optimizadas CMD'.

El controlador 30 está configurado para controlar el dispositivo motor de levantamiento 41 que pertenece al sistema de ejecución de mandos 40, en función de las consignas optimizadas de velocidad de levantamiento optimizadas CMD'.

Típicamente, el controlador 30 incluye unos medios automatizados de control, por ejemplo, en bucle cerrado, con el fin de controlar, en función de las informaciones transmitidas por los sensores del sistema de medición y de las informaciones comprendidas en las consignas de velocidad de levantamiento optimizadas CMD', el posicionamiento, la velocidad y/o la aceleración de los órganos mecánicos del sistema de ejecución de mandos 40.

Se hace referencia a la figura 2, en el que se representa un cuadro sinóptico de las etapas de un procedimiento, según

la invención, de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga 2 acoplada mecánicamente a un gancho 8 de un dispositivo de levantamiento por unos enlaces flexibles 9. El procedimiento puede implementarse, en particular, por el módulo de aseguramiento 21 del dispositivo de vigilancia y de control 20.

5 Los enlaces flexibles 9 son susceptibles de presentarse, cuando la carga está colocada en el suelo, ya sea en un estado tensado (como es visible en la figura 5b), ya sea en un estado destensado (como es visible en la figura 5a). Los enlaces flexibles 9 son, por ejemplo, unas eslingas. En el caso en que el dispositivo de levantamiento es una grúa torre, el gancho 8 está suspendido en una pluma 4 llevada por un mástil de una grúa. Los enlaces flexibles 9 se encuentran, en particular, en el estado destensado para permitir su acoplamiento mecánico a la carga 2 y al gancho 8. Los enlaces flexibles 9 se encuentran, en concreto, en el estado tensado, cuando un operador en el suelo efectúa los controles de seguridad necesarios antes del levantamiento de la carga en el aire y cuando la carga está en el aire.

10 El procedimiento incluye una etapa de detección 110 del inicio de una fase transitoria entre un instante inicial en que la carga está colocada en el suelo y un instante final en que la carga está suspendida en el aire.

15 El procedimiento incluye una etapa de emisión 120 de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, si los enlaces flexibles 9 se encuentran, en al menos un instante de la fase transitoria, en el estado destensado.

20 La señal de detección se transmite, por ejemplo, al dispositivo de vigilancia y de control 20, de modo que este último pueda vetar la implementación de consignas de velocidad de levantamiento susceptible de agravar la situación. La señal de detección se transmite, igualmente, a uno o varios dispositivos de seguridad configurados para bloquear el movimiento de levantamiento y/o poner la grúa en una configuración asegurada.

25 De este modo, el procedimiento permite detectar la ocurrencia de un levantamiento brusco y cortar los movimientos antes de haber alcanzado los límites máximos de daño o de basculación de la máquina y de los aparatos de levantamiento.

30 En este momento, se hace referencia a la figura 3 para detallar un modo de realización del procedimiento según la invención, de aseguramiento del movimiento de levantamiento de carga.

Para determinar si los enlaces flexibles 9 se encuentran en el estado destensado, se determina, en el transcurso de una etapa 210, un valor C de carga ejercida sobre el gancho 8, luego, se calcula la derivada DERIV.CH de dicho valor C con respecto al tiempo, dicho de otra manera:

35 
$$\text{DERIV.CH} = \frac{dC}{dt}$$

En el transcurso de una etapa 220, se compara, entonces, la derivada DERIV.CH con un umbral de variación U1.

40 A título de ejemplo no limitativo, el umbral de variación U1 corresponde a un porcentaje de la carga máxima admisible en el rango actual, en que este porcentaje está, por ejemplo, comprendido entre un 1 y un 5 % y, en concreto, del orden de un 2 a un 4 %.

45 Si la derivada DERIV.CH es superior o igual al umbral de variación U1, entonces, los enlaces flexibles 9 se identifican como que están en un estado destensado; si no, los enlaces flexibles 9 se identifican como que están en un estado tensado.

50 Ventajosamente, con el fin de, en concreto, mejorar la robustez en cuanto a la detección del fenómeno y limitar los riesgos de detecciones falsas debidas a unas perturbaciones sobre la medición del valor C, se puede identificar, en otra etapa 230, que los enlaces flexibles 9 se encuentran en el estado destensado, si la derivada DERIV.CH es superior o igual al umbral de variación U1, durante un subperíodo temporal SPT de la fase transitoria cuya duración es superior o igual a una duración de verificación X. A título de ejemplo no limitativo, una duración de verificación X de este tipo puede estar comprendida entre 100 y 600 ms y, en concreto, entre 150 y 300 ms según la grúa.

55 Por ejemplo, si en el transcurso de la etapa 220, la derivada DERIV.CH es superior o igual al umbral de variación U1, se puede poner en marcha un cronómetro, actualizándose la medición del valor C periódicamente. En las figuras 7a y 7b, la puesta en marcha del cronómetro se ilustra por el punto "0" y los puntos "1, 2, 3,..." siguientes ilustran los instantes periódicos de medición del valor C de la carga.

60 El cronómetro no se detiene más que cuando la derivada DERIV.CH se vuelve de nuevo inferior al umbral de variación U1 y/o cuando el tiempo transcurrido es al menos igual a la duración de verificación X.

65 Si el subperíodo temporal SPT medido, de este modo, por el cronómetro es superior o igual a la duración de verificación X, entonces, se puede identificar en la etapa 230 que los enlaces flexibles 9 se encuentran en el estado destensado. Por el contrario, si la derivada DERIV.CH es inferior al umbral de variación U1 durante una duración inferior a la duración de verificación X, entonces, los enlaces flexibles 9 se identifican como que están en un estado tensado.

De manera ventajosa, en este último modo de realización, la duración de verificación X se determina, en el transcurso de una etapa 290, en función de la velocidad de levantamiento VL del gancho, obtenida en el transcurso de una etapa 280, de modo que la duración de verificación X es tanto más corta en cuanto que la velocidad de levantamiento VL del gancho es grande. Por lo tanto, es posible adaptar la reactividad del procedimiento aumentando o disminuyendo el tiempo necesario para identificar que los enlaces flexibles 9 se encuentran en el estado destensado.

De este modo, si la velocidad de levantamiento VL es elevada, es ventajoso reaccionar rápidamente, tomando típicamente como duración de verificación X una duración del orden de 150 ms. Si la velocidad de levantamiento es relativamente escasa, se puede privilegiar la fiabilidad de detección y reducir el tiempo de reacción, tomando típicamente como duración de verificación X una duración del orden de 300 ms. A título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, una velocidad de levantamiento escasa VL corresponde a una velocidad inferior a una velocidad intermedia VIN y una velocidad de levantamiento elevada VL corresponde a una velocidad superior a esta velocidad intermedia VIN permaneciendo al mismo tiempo e inferior a una velocidad máxima autorizada VMA, en que, por ejemplo, la velocidad intermedia VIN está comprendida entre 0,1 y 0,3 m/s y en que, por ejemplo, la velocidad máxima autorizada VMA es del orden de 1 a 1,5 m/s.

En el transcurso de una etapa 240, que sigue a la etapa 230, se determina, sobre una ventana temporal de análisis, los valores C de carga ejercida sobre el gancho, estando el inicio de la fase transitoria detectado solamente si no está detectada ninguna oscilación de los valores de carga ejercida sobre el gancho, para la ventana temporal de análisis.

En la figura 7a, un diagrama representa la evolución del valor C de carga ejercida sobre el gancho en el transcurso del tiempo, correspondiente a un caso en que la carga está suspendida en el aire y oscila. En la figura 7b, un diagrama que representa la evolución del valor de carga ejercida sobre el gancho en el transcurso del tiempo, correspondiente a un caso en que la carga está colocada en el suelo, luego, levantada en el aire.

Para detectar una oscilación, se puede determinar una media M, para la ventana temporal de análisis de duración D, de los valores C de carga ejercida sobre el gancho.

Luego, al final de un período de espera R después de la ventana temporal de análisis, se puede determinar el valor C de carga ejercida sobre el gancho. Entonces, se detecta el inicio de la fase transitoria, solamente si la diferencia  $\Delta CM$  es inferior o igual a un umbral de oscilación A, en que la diferencia  $\Delta CM$  corresponde a la diferencia entre, por una parte, el valor C de carga ejercida sobre el gancho al final del período de espera y, por otra parte, la media M, para la ventana temporal de análisis, de los valores de carga ejercida, esto es:

$$\Delta CM = C - M.$$

Este umbral de oscilación A se puede establecer en función de:

- la masa de la carga levantada 2;
- el rango al que se levanta la carga 2 sobre la pluma 4 (correspondiendo este rango a la distancia Xc en la figura 4);
- la velocidad de levantamiento VL.

Por ejemplo, para un modelo de grúa dada, el umbral de oscilación A puede variar entre un 9 % y un 75 % de la carga máxima autorizada en el rango actual.

De este modo, en el ejemplo de la figura 7a, la condición  $\Delta CM \geq A$  no se cumple, que traduce una detección de una oscilación, lo que corresponde a la carga suspendida en el aire y que oscila. Por el contrario, en el ejemplo de la figura 7b, la condición  $\Delta CM \geq A$  se cumple bien, que traduce una ausencia de oscilación y, por lo tanto, un caso de levantamiento brusco de la carga.

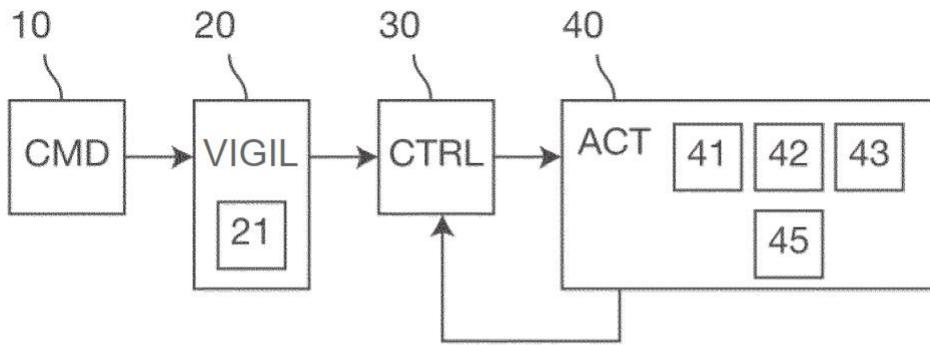
Para determinar si la carga está colocada en el suelo, en el transcurso de una etapa 250, se determina un valor inicial Ci de carga ejercida sobre el gancho (véanse las figuras 7a y 7b) en el momento en que se pone en marcha el cronómetro o bien en el instante "1" siguiente, dicho de otra manera, tan pronto como la derivada DERIV.CH está detectada como que es superior o igual al umbral de variación U1.

Si el valor inicial Ci de carga ejercida sobre el gancho es inferior o igual a un umbral de carga U2, entonces, la carga se identifica como colocada en el suelo. En efecto, el valor inicial Ci de carga es bastante escaso durante el inicio de la fase transitoria, previamente al despegue de la carga. De este modo, el procedimiento permite identificar eficazmente las situaciones en las que la carga despegue y no aquellas en que esta última ya está en el aire, lo que permite alcanzar una etapa final 260 en la que se confirma que la carga estaba en el suelo y ha despegado con las eslingas tensadas 9.

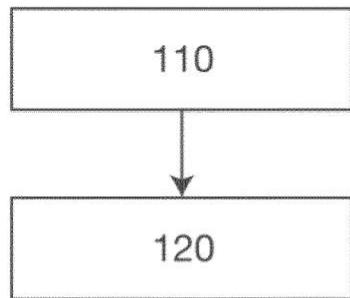
## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de aseguramiento de un movimiento de levantamiento de una carga (2) acoplada mecánicamente a un gancho (8) de un dispositivo de levantamiento por unos enlaces flexibles (9), siendo los enlaces flexibles (9) susceptibles de presentarse, cuando la carga está colocada en el suelo, ya sea en un estado tensado, ya sea en un estado destensado, que comprende una etapa de detección (110) del inicio de una fase transitoria entre un instante inicial en que la carga (2) está colocada en el suelo y un instante final en que la carga (2) está suspendida en el aire; estando dicho procedimiento caracterizado por que incluye una etapa de emisión (120) de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, si los enlaces flexibles (9) se encuentran, en al menos un instante de la fase transitoria, en el estado destensado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en el transcurso de la etapa de emisión (120) de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, se determina si los enlaces flexibles (9) se encuentran en el estado destensado:
- determinando un valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8);
  - determinando (210) la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo;
  - identificando (220) que los enlaces flexibles (9) se encuentran en el estado destensado si la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo es superior o igual a un umbral de variación (U1).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que en el transcurso de la etapa de emisión (120) de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, se identifica (230) que los enlaces flexibles (9) se encuentran en el estado destensado, si la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo es superior o igual al umbral de variación (U1), durante un subperíodo temporal (SPT) de la fase transitoria cuya duración es superior a una duración de verificación (X).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que se determina (240) una velocidad de levantamiento (VL) del gancho (8), estando la duración de verificación (X), entonces, determinada (250) en función de la velocidad de levantamiento (VL), de modo que la duración de verificación (X) es tanto más corta en cuanto que la velocidad de levantamiento (VL) del gancho (8) es grande.
5. Procedimiento según una cualesquiera de las reivindicaciones anteriores en el que, en el transcurso de la etapa 110, se determina, sobre una ventana temporal de análisis de duración predefinida (D), los valores (C) de carga ejercida sobre el gancho (8), estando el inicio de la fase transitoria detectado solamente si no está detectada (240) ninguna oscilación de los valores (C) de carga ejercida sobre el gancho (8), para la ventana temporal de análisis.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que en el transcurso de la etapa de detección (110) del inicio de la fase transitoria:
- se determina una media (M), para la ventana temporal de análisis, de los valores (C) de carga ejercida sobre el gancho (8);
  - al final de un período de espera después de la ventana temporal de análisis, se determina el valor de carga ejercida sobre el gancho (8);
- estando el inicio de la fase transitoria detectado, en el transcurso de la etapa de detección (110) del inicio de la fase transitoria, solamente si la diferencia entre, por una parte, el valor (C) de carga ejercida sobre el gancho al final del período de espera y, por otra parte, la media, para la ventana temporal de análisis, de los valores (C) de carga ejercida, es inferior o igual a un umbral de oscilación.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que en el transcurso de la etapa de detección (110) del inicio de la fase transitoria, el inicio de la fase transitoria está detectado solamente si un valor inicial (Ci) de carga ejercida sobre el gancho (8) es inferior o igual a un umbral de carga (250), estando dicho valor inicial (Ci) establecido en el momento en que la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo está detectada como que es superior o igual al umbral de variación (U1).
8. Procedimiento según una cualesquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la etapa de emisión (120) de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida pone en marcha automáticamente una etapa de corte del movimiento de levantamiento de la carga (2).
9. Procedimiento según una cualesquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicho procedimiento se implementa en una grúa torre (3).
10. Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, cuando dicho programa se ejecuta por un procesador.

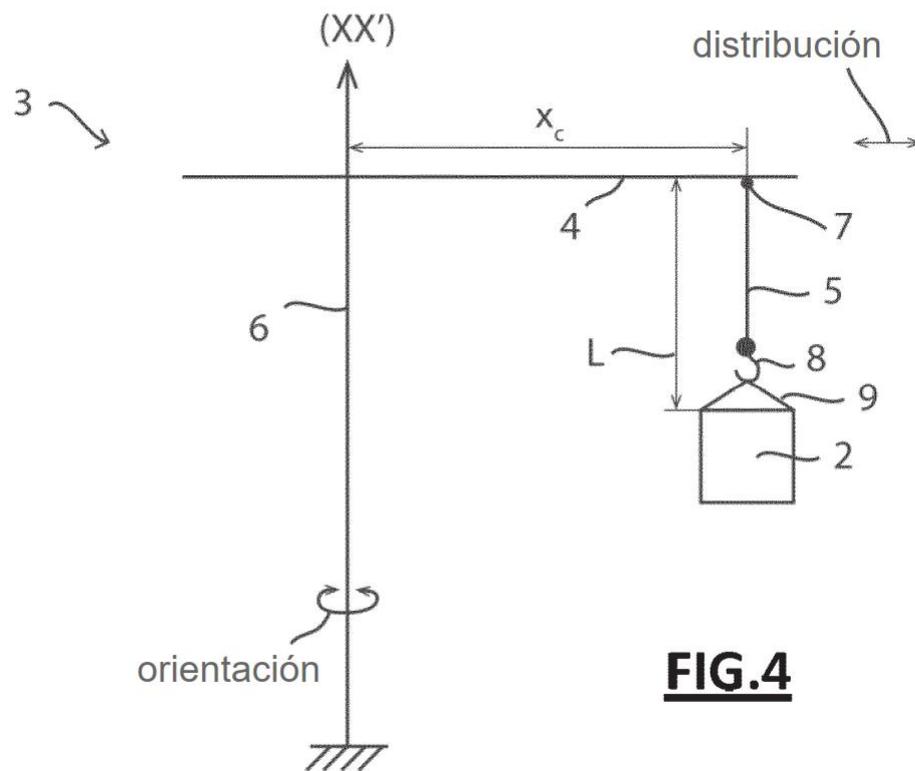
- 5 11. Módulo de aseguramiento (21) de un movimiento de levantamiento de una carga (2) acoplada mecánicamente a un gancho (8) de un dispositivo de levantamiento por unos enlaces flexibles (9), siendo los enlaces flexibles (9) susceptibles de presentarse, cuando la carga está colocada en el suelo, ya sea en un estado tensado, ya sea en un estado destensado, comprendiendo dicho módulo de aseguramiento (21) unos medios de detección del inicio de una fase transitoria entre un instante inicial en que la carga (2) está colocada en el suelo y un instante final en que la carga está suspendida en el aire;
- 10 estando dicho módulo de aseguramiento (21) caracterizado por que incluye unos medios de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida, si los enlaces flexibles (9) se encuentran, en al menos un instante de la fase transitoria, en el estado destensado.
- 15 12. Módulo de aseguramiento (21) según la reivindicación 11, en el que los medios de emisión de una señal de detección de una situación de levantamiento prohibida están configurados para determinar si los enlaces flexibles (9) se encuentran en el estado destensado:
- determinando un valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8);
  - determinando la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo;
  - identificando que los enlaces flexibles (9) se encuentran en el estado destensado si la derivada (DERIV.CH) del valor (C) de carga ejercida sobre el gancho (8) con respecto al tiempo es superior o igual a un umbral variación (U1).
- 20 13. Dispositivo de levantamiento (3) que incluye un módulo de aseguramiento (21) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12.
- 25 14. Dispositivo de levantamiento (3) según la reivindicación 13, en el que el dispositivo de levantamiento es una grúa torre.



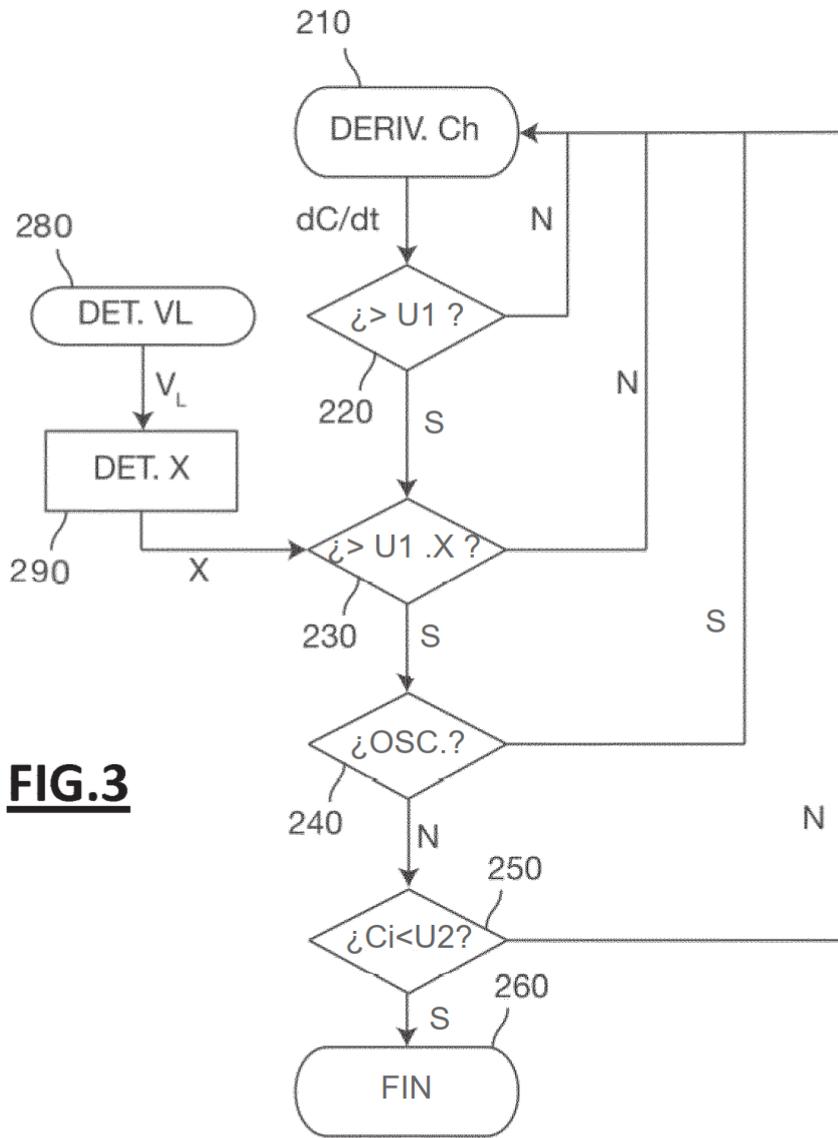
**FIG.1**



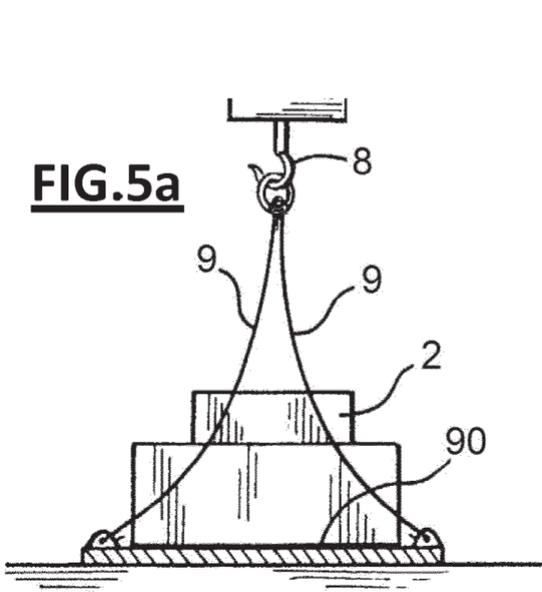
**FIG.2**



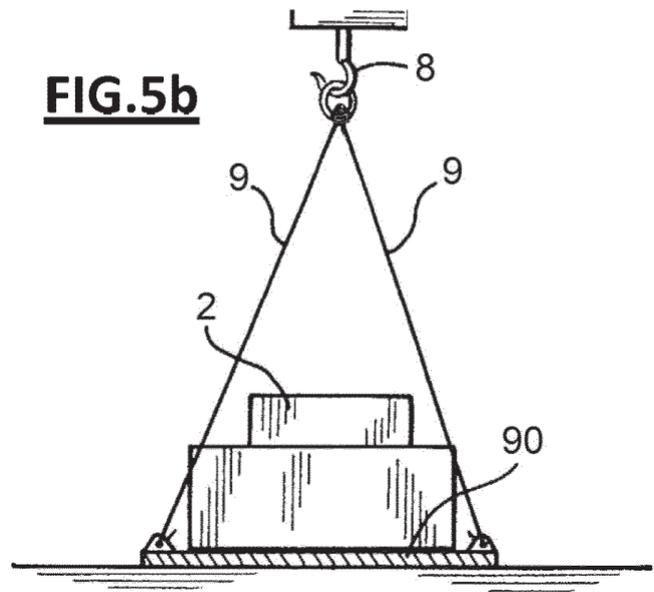
**FIG.4**



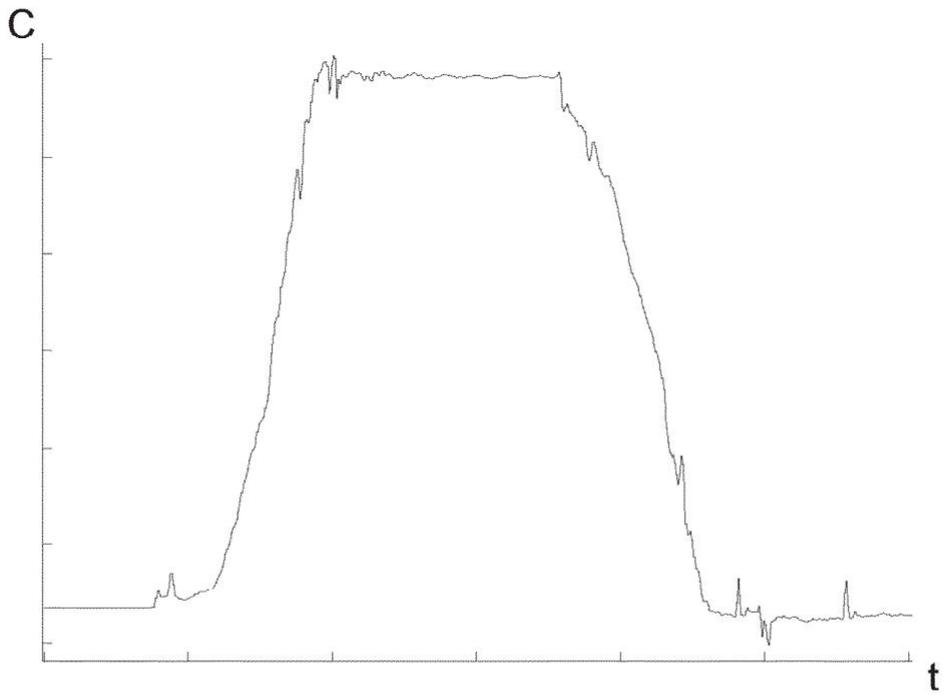
**FIG.3**



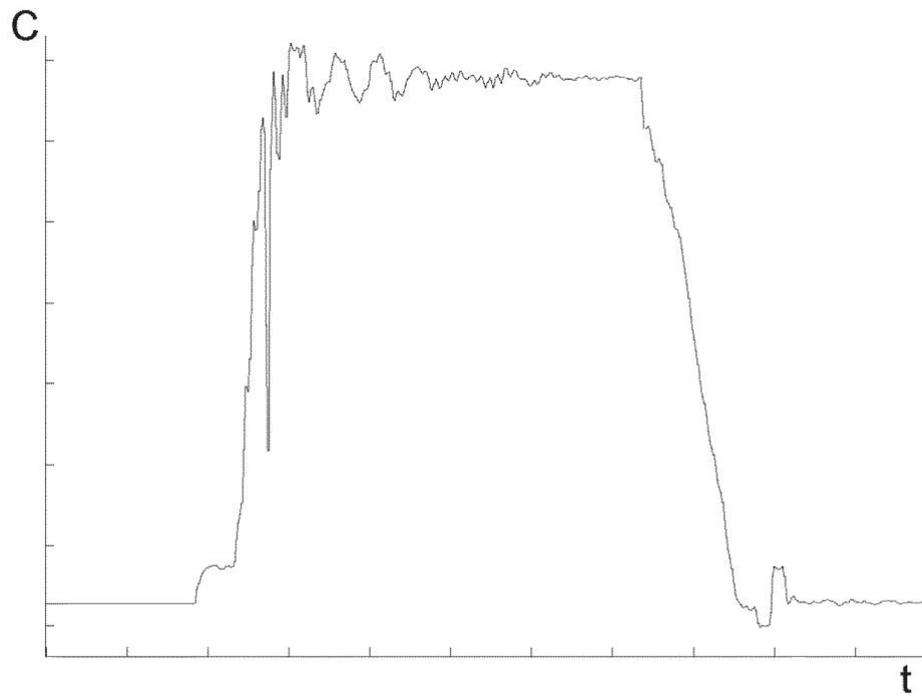
**FIG.5a**



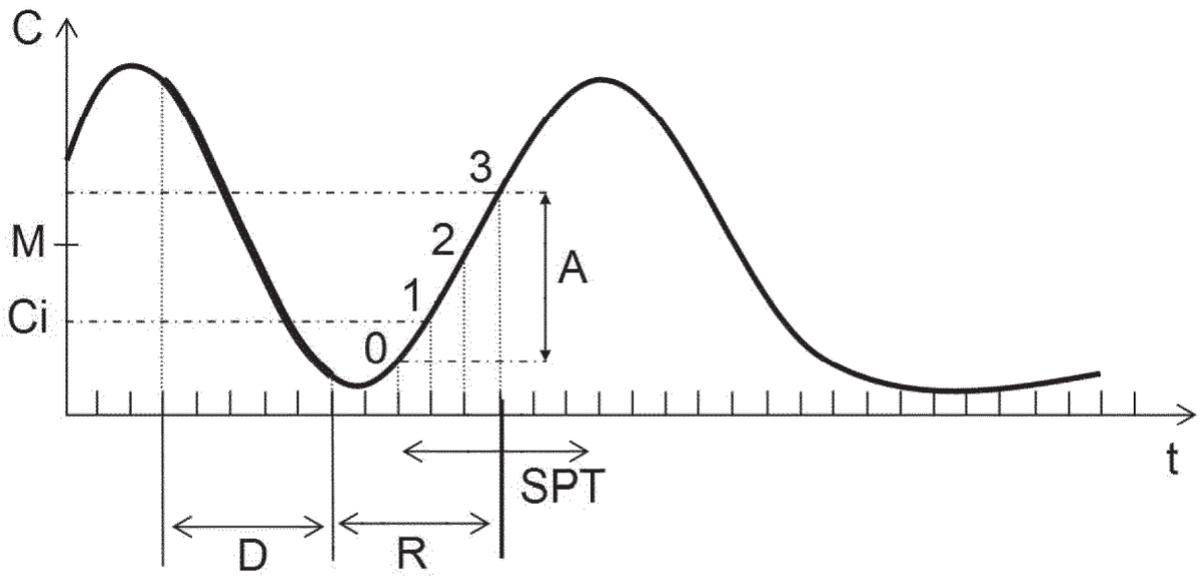
**FIG.5b**



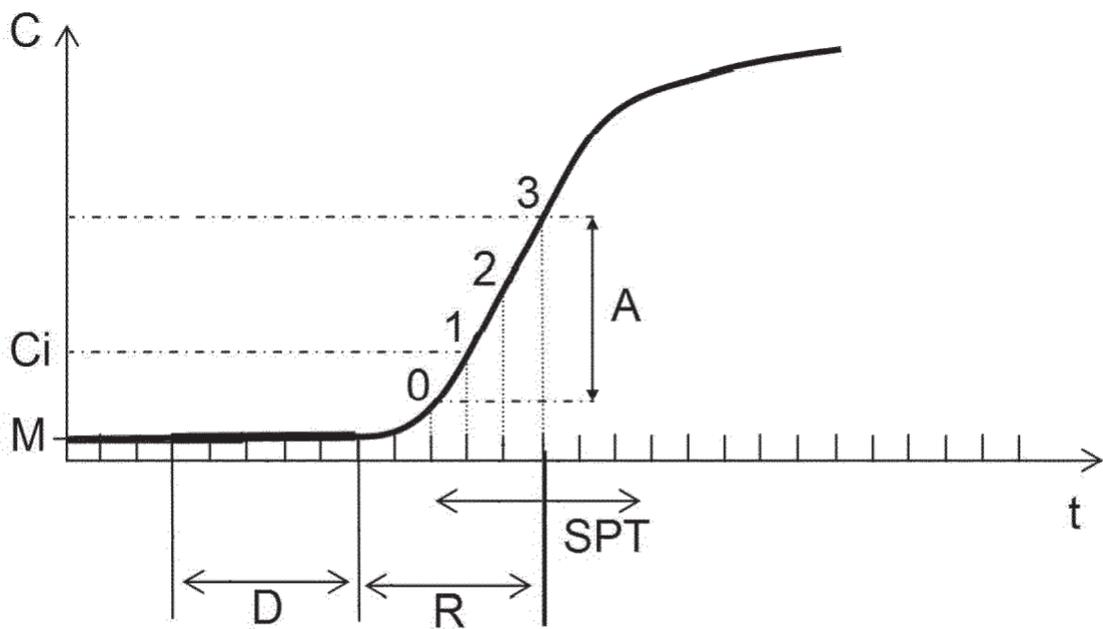
**FIG.6a**



**FIG.6b**



**FIG.7a**



**FIG.7b**