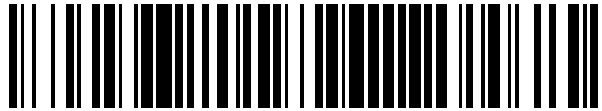


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 447**

51 Int. Cl.:

**G01M 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2012** **E 12193457 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015** **EP 2602601**

54 Título: **Sistema de vigilancia de cadena cinemática**

30 Prioridad:

**09.12.2011 FR 1161427**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.01.2016**

73 Titular/es:

**EIFFAGE CONSTRUCTION METALLIQUE  
(100.0%)  
48/50 Rue de Seine  
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**SIWULA, RÉGIS y  
SERVANT, REMY**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 557 447 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**

Sistema de vigilancia de cadena cinemática

La presente invención es relativa a los sistemas de vigilancia de cadena cinemática, De modo más particular, este tipo de sistema puede ser utilizado por ejemplo para asegurar tornos para la manipulación de cargas.

5 En la técnica anterior, es conocido, por ejemplo por el documento US 6526816, un sistema de vigilancia para la transmisión de vehículo, en particular para detectar un envejecimiento de la cadena cinemática y un fallo de funcionamiento que puede resultar de ello.

Otros sistemas de la técnica anterior están descritos en los documentos EP1116665 y EP0430297.

10 Sin embargo, tal sistema no permite asegurar una detección inmediata de un fallo de funcionamiento y tal sistema no es operativo en caso de un fallo en el circuito de tratamiento.

La presente invención tiene por objetivo aportar al menos en parte una solución a los problemas mencionados.

15 La invención propone un sistema de vigilancia para vigilar una cadena cinemática que comprende un soporte, un árbol primario montado pivotante en el soporte alrededor de un primer eje, un árbol secundario montado pivotante en el soporte alrededor de un segundo eje y al menos una transmisión que une el árbol primario con el árbol secundario, comprendiendo el sistema de vigilancia:

- al menos un primer sensor apto para facilitar al menos una de las primeras señales representativas al menos de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario,

- al menos un segundo sensor apto para facilitar al menos una de las segundas señales representativas al menos de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario,

20 - una primera unidad de vigilancia apta para adquirir al menos dos de las primera y segunda señales, apta para calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario y para comparar las posiciones, velocidades y sentido de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados y apta para mandar al menos una primera salida a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

25 - una segunda unidad de vigilancia apta para adquirir al menos dos de las primera y segunda señales apta para calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario y para comparar las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a los criterios de funcionamiento correcto predeterminados y apta para mandar al menos una segunda salida a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

30 - un circuito de salida, apto para adquirir las citadas primera y segunda salidas y para mandar al menos una tercera salida a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda salidas está en estado de seguridad, de modo que la cadena cinemática pueda ser puesta en estado de seguridad si se ha detectado un fallo de funcionamiento.

35 Gracias a estas disposiciones, el citado sistema puede mandar en un tiempo controlado una salida de puesta en seguridad en caso de fallo de funcionamiento de cadena cinemática. Además, incluso si una de las unidades de vigilancia falla, el sistema, debido a su redundancia, permite igualmente activar rápidamente una salida de puesta en seguridad en caso de fallo de funcionamiento de la cadena cinemática.

En diversos modos de realización de la invención, se puede eventualmente recurrir además a una y/u otra de las disposiciones que siguen.

40 De acuerdo con un aspecto, se declara un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rebasamiento de al menos un umbral de velocidad predeterminado en el árbol primario o secundario y/o en caso de pérdida de sincronismo de las posiciones entre el árbol primario y el árbol secundario; de modo que un defecto de sobrevelocidad o de pérdida de sincronismo provoca la puesta de la cadena cinemática en estado de seguridad.

45 De acuerdo con otro aspecto, la transmisión presenta una relación de transmisión indicada por K, la posición angular del árbol primario es indicada por  $\theta_1$ , la posición angular del árbol secundario es indicada por  $\theta_2$ , y una pérdida de sincronismo es detectada si el valor absoluto de  $\theta_2 - K \cdot \theta_1$  sobrepasa un valor predeterminado. Mediante lo cual el sistema de vigilancia puede detectar en un tiempo controlado y sin incertidumbre un fallo de funcionamiento interno de la cadena cinemática.

50 De acuerdo con otro aspecto, las primera y segunda unidades de mando son aptas para adquirir órdenes de movimientos relativas a un mando de motorización del árbol primario, de modo que una pérdida de sincronismo de la cadena cinemática es declarada en caso de una rotación en sentido contrario estática (movimiento con ausencia de orden), y/o de rotación en sentido contrario dinámica (sentido de movimiento incoherente con la orden de movimiento).

- De acuerdo con otro aspecto, los criterios de funcionamiento correcto predeterminados están basados en al menos una tabla de parámetros que representan características de la cadena cinemática, siendo la citada tabla de parámetros apta para ser cargada por un usuario, preferentemente un usuario experimentado, en las primera y segunda unidades de vigilancia. Mediante lo cual el sistema de vigilancia puede ser adaptado a las características propias de la cadena cinemática que haya que vigilar para detectar en un tiempo controlado y sin incertidumbre un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática.
- De acuerdo con otro aspecto, el sistema de vigilancia puede comprender además un tercer sensor apto para facilitar otra de las primeras señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario y leída por la segunda unidad de vigilancia, y un cuarto sensor apto para facilitar otra de las segundas señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario, y leída por la primera unidad de vigilancia, de modo que un fallo de uno de los sensores no degrada la función de vigilancia del sistema y la disponibilidad de la máquina.
- De acuerdo con otro aspecto, los primero y segundo sensores son de tipo codificador de pulsos que permiten medir la velocidad y detectar el sentido de rotación. Mediante lo cual el sistema de vigilancia utiliza componentes de captación no específicos y el coste del sistema de vigilancia es moderado.
- De acuerdo con otro aspecto, pueden ser definidos varios umbrales de sobrevelocidad para determinar una condición de sobrevelocidad; de modo que se puede disponer de varios niveles de protección.
- La invención está destinada igualmente a un sistema de torno para la manipulación de cargas, con una cadena cinemática que comprende un soporte, un árbol primario montado pivotante en el soporte alrededor de un primer eje, un árbol secundario montado pivotante en el soporte alrededor de un segundo eje, al menos una transmisión que une el árbol primario al árbol secundario, y un sistema de vigilancia tal como el descrito anteriormente, y que comprende además:
- un órgano motor acoplado al árbol primario,
  - un tambor acoplado al citado árbol secundario, estando destinado el citado tambor a recibir al menos un cable de tracción, del cual una extremidad está fijada al tambor y la otra extremidad puede ser fijada a una carga que haya que elevar,
  - al menos un dispositivo de freno apto para actuar sobre al menos un órgano de freno unido al árbol primario y/o al árbol secundario,
  - estando configurada la tercera salida para mandar actuar al dispositivo de freno en caso de fallo de funcionamiento de la cadena cinemática.
- Gracias a estas disposiciones, el dispositivo de freno puede ser accionado en posición de seguridad en caso de fallo de funcionamiento declarado en la cadena cinemática, especialmente a fin de evitar cualquier caída de la carga que haya que elevar o cualquier daño.
- De acuerdo con otro aspecto, el dispositivo de freno es un freno por falta de corriente, de modo que la carga es detenida en ausencia de aportación de energía al dispositivo de freno.
- De acuerdo con otro aspecto, el dispositivo de freno comprende un primer freno apto para actuar sobre un primer órgano de freno unido al árbol secundario y un segundo freno apto para actuar sobre un segundo órgano unido al árbol primario, siendo la tercera salida apta para mandar simultáneamente el primer freno y el segundo freno.
- La invención está destinada igualmente a un procedimiento para vigilar una cadena cinemática que comprende un árbol primario montado pivotante, un árbol secundario montado pivotante, una transmisión que une el árbol primario al árbol secundario, y un sistema de vigilancia que comprende:
- al menos un primer sensor dispuesto en el árbol primario,
  - al menos un segundo sensor dispuesto en el árbol secundario,
  - una primera unidad de vigilancia,
  - una segunda unidad de vigilancia,
  - un circuito de salida,
- comprendiendo el procedimiento las etapas:
- /a1/ facilitar, a nivel del primer sensor, al menos una de las primeras señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario,

/a2/ facilitar, a nivel del segundo sensor, al menos una de las segundas señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario,

/b1/ adquirir, a nivel de la primera unidad de vigilancia al menos dos de las primera y segunda señales, y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,

5 /c1/ comparar, en la primera unidad de vigilancia, las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a los criterios de funcionamiento correcto predeterminados,

/d1/ mandar, por la primera unidad de vigilancia, al menos una primera salida a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

10 /b2/ adquirir, a nivel de la segunda unidad de vigilancia al menos dos de las primera y segunda señales, y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,

/c2/ comparar en la segunda unidad de vigilancia, las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados,

/d2/ mandar, por la segunda unidad de vigilancia, al menos una segunda salida a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

15 /e/ mandar al menos una tercera salida a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda salidas es a un estado de seguridad.

De acuerdo con otro aspecto ligado al procedimiento, en las etapas /d1/ y/o /d2/, un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática puede ser declarado en caso de rebasamiento de al menos un umbral de velocidad predeterminado en el árbol primario o secundario, y/o en caso de pérdida de sincronismo de las posiciones entre el árbol primario y el árbol secundario. Mediante lo cual un defecto de sobrevelocidad o de pérdida de sincronismo provoca la puesta de la cadena cinemática en estado de seguridad.

De acuerdo con otro aspecto, las primera y segunda unidades de mando pueden ser aptas para adquirir órdenes de movimientos relativas a un mando de motorización del árbol primario, de modo que se declara un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rotación en sentido contrario estática, y/o rotación en sentido contrario dinámica.

De acuerdo con otro aspecto ligado al procedimiento, pueden ser definidos varios umbrales de sobrevelocidad para determinar una condición de sobrevelocidad; de modo que se pueden tener varios niveles de protección.

Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción que sigue de modos de realización de la invención, dados a título de ejemplos no limitativos. La invención será comprendida mejor igualmente en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una cadena cinemática equipada con sensores y vigilada por un sistema de vigilancia de cadena cinemática de acuerdo con un modo de realización de la invención,

- la figura 2 muestra un esquema del sistema de vigilancia de cadena cinemática puesto en práctica en la cadena cinemática de la figura 1,

35 - la figura 3 muestra un gráfico que ilustra la detección de la condición de sobrevelocidad,

- la figura 4 muestra un cronograma que ilustra la detección de la condición de pérdida de sincronismo,

- la figura 5 muestra un cronograma que ilustra la detección de las condiciones de rotación en sentido contrario estática y dinámica,

40 - la figura 6 muestra un sistema de torno para la manipulación de cargas de acuerdo con un modo particular de realización de la invención,

- la figura 7 ilustra un esquema del sistema de vigilancia puesto en práctica en el sistema ilustrado en la figura 6,

- la figura 8 representa las etapas de un procedimiento puesto en práctica de acuerdo con la invención.

En las diferentes figuras, las mismas referencias designan elementos idénticos o similares.

45 Refiriéndose a la Figura 1, se presenta una cadena cinemática equipada con sensores de un sistema de vigilancia. La cadena cinemática comprende un soporte 90, un árbol primario 11 montado pivotante en el soporte alrededor de un primer eje X, y un árbol secundario 12 montado pivotante en el soporte alrededor de un segundo eje Y. En el ejemplo ilustrado, los ejes X e Y son paralelos, pero los mismos podrían estar dispuestos de modo diferente, por ejemplo perpendiculares entre sí. Los árboles primario y secundario están montados en el soporte 90 preferentemente por medio

de rodamientos. El soporte 90 puede ser por ejemplo una carcasa cerrada, un cárter estructural, una base o cualquier otro órgano que tenga la función de soporte.

El árbol primario 11 puede ser considerado también como el árbol de entrada de la cadena cinemática y el árbol secundario 12 es considerado entonces como el árbol de salida de la cadena cinemática.

5 La cadena cinemática comprende además una transmisión 2 que une el árbol primario 11 al árbol secundario 12. Esta transmisión puede comprender uno o varios trenes de engranajes, y en su caso puede comprender también un acoplamiento elástico o embrague. El o los trenes de engranajes pueden ser engranajes de tipo paralelo, cónico o planetario. El acoplamiento elástico, si el mismo está presente, permite encajar cambios rápidos o bruscos de la velocidad angular de uno de los árboles.

10 La transmisión presenta una relación de transmisión indicada por K, relación entre la velocidad de salida (árbol secundario) y la velocidad de entrada (árbol primario).

El sistema de vigilancia comprende por otra parte al menos un primer sensor 21 apto para facilitar al menos una primera señal 41 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario 11. Además, el sistema de vigilancia comprende al menos un segundo sensor 22 apto para facilitar al menos una segunda señal 42 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario 12. Estos primero y segundo sensores 21, 22 son preferentemente de tipo codificador de pulsos (denominado también 'codificador incremental'). En particular, se podrá elegir preferentemente un tipo de codificador de pulsos que permita detectar el sentido de rotación, por ejemplo un codificador incremental que facilite dos señales desfasadas  $90^\circ$  (es decir en cuadratura). Este tipo de codificador incremental facilita pulsos cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de desplazamiento del árbol en rotación. Cada sensor puede comprender dos series de referencias, por ejemplo magnéticas u ópticas, por ejemplo varias decenas de referencias por vuelta, lo que permite facilitar señales que comprenden un número importante de pulsos por vuelta. Este tipo de sensor es relativamente corriente, fiable y poco caro.

Refiriéndose a la Figura 2, el sistema de vigilancia 1 comprende por otra parte una primera unidad de vigilancia 31 apta par adquirir las citadas primera y segunda señales 41, 42.

25 Gracias a la lectura de estas señales, en función del análisis de estas primera y segunda señales 41, 42, la primera unidad de vigilancia 31 puede calcular entonces la posición angular de cada uno de los árboles primario y secundario por recuento de los pulsos recibidos.

Se indicará por  $V_1$  la velocidad del árbol primario, por  $V_2$  la velocidad del árbol secundario, por  $\theta_1$  la posición del árbol primario y por  $\theta_2$  la posición del árbol secundario. Todos estos valores evolucionan con el tiempo t durante los movimientos de los árboles.

La primera unidad de vigilancia 31 puede comparar las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario 11, 12 con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados que se explicarán más adelante.

35 La primera unidad de vigilancia 31 puede entonces mandar al menos una primera salida 51 en respuesta a un fallo de funcionamiento si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados. En el ejemplo ilustrado, el sistema de vigilancia manda la primera salida 51 a un estado que corresponde a un estado de puesta en seguridad del sistema denominado también 'estado de seguridad' en lo que sigue.

40 En una lógica de 'seguridad positiva', la primera salida 51 será mandada a un estado denominado 'activado' si los criterios de funcionamiento correcto son respetados y será mandada a un estado inactivo en caso de detección de un fallo de funcionamiento. Así, según la lógica en cuestión, una aportación de energía de mando autorizará el funcionamiento o el desplazamiento y una ausencia de energía de mando se opondrá al desplazamiento.

Además, en aras de la redundancia, el sistema de vigilancia comprende una segunda unidad de vigilancia 32, similar a la primera, apta para adquirir las primera y segunda señales 41, 42. Gracias a la lectura de estas señales, la segunda unidad de vigilancia 32 por su lado puede calcular entonces las posiciones angulares de los árboles primario y secundario por recuento de los pulsos recibidos, de modo similar a lo que se ha descrito para la primera unidad de vigilancia anterior.

La segunda unidad de vigilancia 32 puede entonces comparar las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a los criterios de funcionamiento correcto predeterminados ya mencionados anteriormente. La segunda unidad de vigilancia 32 puede entonces mandar al menos una segunda salida 52 a estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados, de modo similar a la primera unidad 31.

50 Las primera y segunda unidades de vigilancia 31, 32 pueden ser autómatas programables o monitores más especializados. Se podrá elegir a título de ejemplo un modelo de tipo 'Motrona' MS640.

Los primero y segundo sensores 21, 22 están unidos a las unidades de vigilancia por conductores 67 y 68 (véase la Fig. 1) respectivamente según el esquema de conexión de la figura 2.

Finalmente, el sistema de vigilancia comprende un circuito de salida 33, apto para adquirir las citadas primera y segunda salidas 51, 52. El circuito de salida 33 manda al menos una tercera salida 53 a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda señales 51, 52 está en estado de seguridad. Esta tercera salida 53 será por ejemplo una salida denominada "de 'contacto seco' aislada del resto del circuito, estando el contacto abierto, la tercera salida 53 está en estado de puesta en seguridad.

Podrá elegirse a título de ejemplo un modelo de tipo 'PNOZ X5' comercializado por la firma 'PILZ' para formar el circuito de salida 33.

El sistema de vigilancia puede comprender también además la toma en consideración de varias órdenes de movimientos 25, 26, 27 relativas a un mando de motorización del árbol primario. Entradas representativas de las citadas órdenes de movimientos 25, 26, 27 son adquiridas por las primera y segunda unidades de vigilancia 31, 32. Así, cada una de las primera y segunda unidades de vigilancia 31, 32 tiene conocimiento de una orden de rotación en un sentido o en el otro (Ctrl1, Ctrl2) en el árbol primario 11.

Además, cada una de las primera y segunda unidades de vigilancia 31, 32 puede tener conocimiento de un mando de gran velocidad (Ctrl3). De este modo los criterios de funcionamiento correcto predeterminados podrán comprender la verificación del sentido de rotación y la adaptación de umbrales de velocidad que no haya que rebasar, como se precisará en lo que sigue.

Los criterios de funcionamiento correcto pueden comprender por ejemplo los criterios o condiciones que se describen a continuación en relación con los potenciales fallos de funcionamiento correspondientes.

### **Sobrevelocidad**

La condición de 'Sobrevelocidad' significa que los árboles primario y/o secundario 11, 12 se ponen a girar con una velocidad de rotación superior a la que normalmente se espera. Puede haber varios umbrales de velocidad que representen cada uno una velocidad máxima esperada. Se verificará por tanto entre los criterios de funcionamiento correcto la ausencia de sobrevelocidad.

Refiriéndose a la Figura 3, en abscisas está representada la velocidad de rotación V1 del árbol primario 11, mientras que en ordenadas está representada la velocidad de rotación V2 del árbol secundario 12, no siendo las escalas de los dos ejes forzosamente homogéneas. El diagrama muestra que la relación de transmisión, indicada por K, entre el árbol primario y el árbol secundario, conduce a la relación  $V2 = K.V1$ , representativa del funcionamiento normal de la cadena cinemática y de su transmisión 2.

Un primer umbral de velocidad (indicado por 65 para V1 y 66 para V2) puede corresponder por ejemplo a la velocidad máxima esperada en operación a baja velocidad de la cadena cinemática (por ejemplo Ctrl3 no activo). Un segundo umbral de velocidad (indicado por 63 para V1 y 64 para V2) puede corresponder por ejemplo a la velocidad máxima esperada en operación a gran velocidad de la cadena cinemática (por ejemplo Ctrl3 activo). En el ejemplo ilustrado, los umbrales son de signo contrario en los dos sentidos de rotación, a saber V1 y V2 positivos o V1 y V2 negativos.

Un ejemplo de curva de velocidad está representado por la curva 60 en la figura 3 (la curva 60 coincide sustancialmente con la recta  $V2 = K.V1$ ), para la cual el primer umbral es rebasado a nivel de la referencia 60a y el segundo umbral de velocidad es rebasado a nivel de la referencia 60b. Cuando se supera una de las condiciones de sobrevelocidad, las unidades de vigilancia 31, 32 mandan sus salidas respectivas 51, 52 y el circuito de salida 33 manda su salida (la tercera salida 53) a un estado de puesta en seguridad. Un dispositivo aguas abajo, unido a esta tercera salida, por ejemplo un freno o un sistema de seguridad en general provoca entonces la puesta en seguridad de la cadena cinemática. Hay que observar que es suficiente que una sola de las unidades de vigilancia 31, 32 mande su salida para conducir a este resultado.

### **Pérdida de sincronismo**

La condición de 'pérdida de sincronismo' significa que la evolución de las posiciones angulares  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  de los árboles primario y secundario no está en coherencia con la relación de transmisión K de la transmisión. En un funcionamiento normal, se constata sensiblemente la igualdad  $\theta_2 = K.\theta_1$  (se tiene también  $V2=K.V1$  indicada por 60 como ilustra la figura 3).

Refiriéndose a la Figura 4, en abscisas está representado el tiempo y en ordenadas el valor  $\theta_2 - K.\theta_1$ , que en tiempo normal es próxima a 0 y que evoluciona con el tiempo como ilustra la curva 80.

Si este valor  $\theta_2 - K.\theta_1$  se aleja demasiado del valor nulo, y llega a rebasar un valor umbral ilustrado por el valor 81 en la figura, como por ejemplo en el lugar de la referencia 80a, entonces es declarada la condición de pérdida de sincronismo por las unidades de vigilancia 31, 32 que mandan sus respectivas salidas 51, 52. El circuito de salida 33 manda su salida (la tercera salida 53) a un estado de puesta en seguridad.

El dispositivo aguas abajo provoca entonces la puesta en seguridad de la cadena cinemática como en el caso precedente. Hay que observar que es suficiente que una sola de las unidades de vigilancia 31, 32 mande su salida para conducir a este resultado.

5 La zona de funcionamiento normal 82 está delimitada en cada lado, positivo o negativo, por el valor umbral 81 ya mencionado. Se puede decir por tanto que se llega a la condición de pérdida de sincronismo cuando el valor absoluto de  $\theta 2-K.\theta 1$  rebasa el valor predeterminado 81.

Hay que observar que las condiciones de sobrevelocidad y de pérdida de sincronismo no dependen de las órdenes de movimiento de rotación al árbol primario, mientras que las condiciones de rotación en sentido contrario estática o dinámica descritas en lo que sigue utilizan las órdenes de movimiento (Ctrl1, Ctrl2) de rotación al árbol primario.

10 **Rotación en sentido contrario estática**

La condición de rotación en sentido contrario estática significa que el árbol secundario 12 se pone a girar en ausencia de mando de rotación sobre el árbol primario 11. Se verificará por tanto entre los criterios de funcionamiento correcto la ausencia de rotación en sentido contrario estática.

15 Tal rotación inesperada puede intervenir justo después de la interrupción de una orden de desplazamiento o de manera permanente.

20 Como ilustra la figura 5, la curva superior representa el mando de movimiento según un primer sentido, la curva del medio representa el mando de movimiento según el sentido opuesto y la curva inferior representa la velocidad de rotación del árbol secundario 12. La parte de cronograma indicada por 45 corresponde a una fase de funcionamiento normal, con una duración de mando 94 (de T1 a T2) en el primer sentido, después una parada del mando, una pausa 95 (de T2 a T3), y después una duración de mando 96 (de T3 a T4) en el sentido opuesto, y después una parada de mando. Después de cada parada de mando, una temporización 97 tiene en cuenta el tiempo necesario para que la velocidad V2 vuelva a ser 0. Transcurrida la citada temporización, entonces la vigilancia de rotación en sentido contrario estática es operativa.

25 La parte de cronograma indicada por 46 corresponde a una fase de funcionamiento que ilustra la detección de rotación en sentido contrario estática. En el instante T6, transcurrida la temporización 97, la velocidad V2 no es nula (punto indicado por 91a), y por tanto la condición de rotación en sentido contrario estática es declarada por las unidades de vigilancia 31, 32 que mandan entonces sus respectivas salidas 51, 52 al estado de seguridad.

30 Otro ejemplo está ilustrado en el instante T7, ninguna orden de movimiento ha sido dada en los instantes precedentes, y se detecta una rotación en el árbol secundario (punto indicado por 91b). Entonces la condición de rotación en sentido contrario estática es declarada por las unidades de vigilancia 31, 32 que entonces mandan sus respectivas salidas 51, 52 al estado de seguridad. Las unidades de vigilancia 31, 32 utilizan las velocidades V1, V2 pero también las posiciones  $\theta 1, \theta 2$ .

**Rotación en sentido contrario dinámica**

35 La condición de rotación en sentido contrario dinámica significa que el árbol secundario 12 se pone a girar en un sentido opuesto al sentido de mando de rotación en el árbol primario 11. Se verificará por tanto entre los criterios de funcionamiento correcto la ausencia de rotación en sentido contrario dinámica.

40 La parte de cronograma indicada por 47 corresponde a una fase de funcionamiento que ilustra la detección de rotación en sentido contrario dinámica. Después de un inicio de secuencia similar a la secuencia normal, en el instante T8, cuando interviene el mando 98, la velocidad V2 se separa de 0 con valores de signo opuesto al que es esperado (punto indicado por 92a). Entonces la condición de rotación en sentido contrario dinámica es declarada por las unidades de vigilancia 31, 32 que mandan entonces sus respectivas salidas 51, 52 al estado de seguridad.

Las unidades de vigilancia 31, 32 utilizan las velocidades V1, V2 pero también las posiciones  $\theta 1, \theta 2$ .

Hay que observar que a partir de la vigilancia de las posiciones y de las velocidades, se obtienen tiempos de respuesta adecuados para declarar un fallo de funcionamiento, por ejemplo tiempos de respuesta inferiores a 100 ms.

45 De modo opcional, como ilustra la Figura 7, el sistema de vigilancia puede comprender además un tercer sensor 23 en redundancia con el primer sensor 21 y un cuarto sensor 24 en redundancia con el segundo sensor 22.

Este tercer sensor 23 es apto para facilitar una señal 43 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario, formando una señal redundante de la primera señal 41 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario y que es leída por la segunda unidad de vigilancia 32.

50 Las señales 41, 43 forman así primeras señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario 11.

El cuarto sensor 24 es apto para facilitar una señal 44 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario, formando una señal redundante de la segunda señal 42 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario y que es leída por la primera unidad de vigilancia 31.

5 Las señales 42, 44 forman así segundas señales representativas de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario 12.

Se deduce que un fallo de uno de los sensores 21-24 puede ser tolerado sin que esto afecte a la función del sistema de vigilancia. A consecuencia de lo cual, un fallo de funcionamiento de uno de los sensores 21-24 no degrada la función de vigilancia del sistema.

10 Hay que observar que el esquema de los sensores redundantes de la figura 7 puede aplicarse al sistema de vigilancia de la figura 2.

Refiriéndose a la Figura 6, se presenta un sistema de torno para la manipulación de cargas, adaptado para elevar una carga 16 por medio de un cable 15. Una extremidad del cable está fijada a la carga 16 que haya que elevar, mientras que la otra extremidad del cable está unida al tambor 5 sobre el cual puede enrollarse una porción del cable.

15 Por otra parte, el sistema de torno comprende una cadena cinemática tal como la descrita anteriormente, especialmente un soporte 90, que constituye el bastidor del sistema de torno, un árbol primario 11 (denominado en este caso 'rápido') que pivota alrededor de un eje X, un árbol secundario 12 (denominado en este caso 'lento') que pivota alrededor de un eje Y, estando fijado el mencionado tambor 5 al árbol secundario 12.

Por otra parte, el sistema de torno comprende al menos un dispositivo de freno 61, 62 apto para actuar sobre al menos un órgano de freno 71, 72 unido al árbol primario 11 o al árbol secundario 12.

20 En este caso, en el ejemplo ilustrado, el dispositivo de freno en cuestión comprende un primer dispositivo de freno 61 apto para actuar sobre un primer órgano de freno 71 unido al tambor y solidario del tambor en rotación, siendo aquí el citado primer órgano de freno 71 un disco de freno como es conocido en la técnica.

Un dispositivo de arrastre, montado en el soporte 90, está previsto para arrastrar el árbol primario 11 en rotación. Este dispositivo de arrastre comprende un órgano motor 4 preferentemente de tipo motor eléctrico asíncrono.

25 De acuerdo con un aspecto ventajoso, el árbol primario (rápido) 11 puede comprender un segundo órgano de freno 72, en el ejemplo representado en forma de un disco de freno. Un segundo dispositivo de freno 62 está dispuesto enfrente de este segundo órgano de freno 72 y es apto para actuar sobre el mismo.

30 El primer dispositivo de freno 61, como el segundo dispositivo de freno 62 cuando el mismo está presente, pueden presentarse como un estribo de mordazas móviles provisto de placas de fricción. El desplazamiento de las mordazas es mandado preferentemente eléctricamente, aunque un mando hidráulico u otro puede ser también considerado.

Preferentemente y de manera ventajosa de acuerdo con el principio de seguridad positiva, las mordazas aprietan el disco enfrenteado cuando es aplicada una corriente de mando pequeña o nula, lo que es denominado en el oficio un freno por falta de corriente.

35 Puede haber, sin que esto sea necesario para la realización de la presente invención, un segundo soporte de arrastre que comprenda una transmisión 2B en cuyo caso se habla de 'sistema cerrado'. En su caso, puede haber también un segundo motor 4B.

La Figura 7 ilustra un esquema del sistema de vigilancia 1 puesto en práctica en el sistema de torno ilustrado en la figura 6. Siendo el esquema presentado similar al de la figura 2, los elementos comunes no serán descritos de nuevo.

Un circuito de mando 3 adquiere las órdenes de movimientos 25, 26, 27 y gobierna el órgano motor 4.

40 Concerniente a las órdenes de movimientos 25, 26, 27 dos órdenes de base 'Ctrl1' y 'Ctrl2' corresponden respectivamente a las órdenes de 'Aumento' y 'Disminución'. Además, la tercera orden de movimiento 27 corresponde a un cambio de consigna de velocidad (por ejemplo un mando de gran velocidad 'G.V').

La primera salida 51 está conectada a un primer relé 81 que forma parte de circuito de salida 33.

45 La segunda salida 52 está conectada a un segundo relé 82 que forma parte también del circuito de salida 33. Las salidas de 'contactos secos' de los primero y segundo relés 81, 82 están conectadas en modo serie para dar una tercera salida 53. Esta tercera salida 53 manda el órgano magnético 61a del primer dispositivo de freno 61 y manda simultáneamente el órgano magnético 62a del segundo dispositivo de freno 62 especialmente a fin de salvaguardar la integridad mecánica de la transmisión 2. En efecto, la inercia del rotor del motor 4 puede ser relativamente importante y la activación del segundo dispositivo de freno 62 permite disipar la energía cinética del rotor.

50 Puede haber además un tercer relé 83 dispuesto en serie en el circuito de salida, que provenga por ejemplo de un circuito de parada de emergencia.



Una señal 85 derivada de la tercera salida puede informar al circuito de mando 3 de la activación de la seguridad. Será necesario un rearme para poner de nuevo en servicio el torno después de una activación de la seguridad.

La figura 8 ilustra un procedimiento puesto en práctica para vigilar una cadena cinemática tal como la descrita anteriormente. El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- 5 /a1/ facilitar, a nivel del primer sensor, al menos una de las primeras señales 41; 43 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario 11,
- /a2/ facilitar, a nivel del segundo sensor, al menos una de las segundas señales 42; 44 representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario 12,
- 10 /b1/ adquirir, a nivel de la primera unidad de vigilancia 31 al menos dos de las primera y segunda señales 41, 42; 44, y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,
- /c1/ comparar, en la primera unidad de vigilancia 31 las posiciones y las velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados,
- /d1/ mandar, por la primera unidad de vigilancia 31, al menos una primera salida 51 a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,
- 15 /b2/ adquirir, a nivel de la segunda unidad de vigilancia 32 al menos dos de las primera y segunda señales 41, 43; 42, y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,
- /c2/ comparar en la segunda unidad de vigilancia 32 las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados,
- 20 /d2/ mandar, por la segunda unidad de vigilancia 32, al menos una segunda salida 52 a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,
- /e/ mandar al menos una tercera salida 53 a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda salidas 51, 52 está en un estado de seguridad.
- Hay que observar que las etapas /a1/ y /a2/ pueden ser realizadas en paralelo. Asimismo, la ramificación de las etapas /b1/-/c1/-/d1/ puede ser realizada en paralelo con la ramificación de las etapas /b2/-/c2/-/d2/.
- 25 Los criterios de funcionamiento correcto predeterminados corresponden a los descritos anteriormente con sus eventuales refinamientos. En particular, como se describió anteriormente, la comparación efectuada en las etapas /c1/ y /c2/ puede tener en cuenta, especialmente para la rotación en sentido contrario dinámica, las órdenes de movimientos 25, 26, 27 relativas al mando de motorización del árbol primario.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de vigilancia (1) para vigilar una cadena cinemática que comprende un soporte (90), un árbol primario (11) montado pivotante en el soporte alrededor de un primer eje (X), un árbol secundario (12) montado pivotante en el soporte alrededor de un segundo eje (Y) y al menos una transmisión (2) que une el árbol primario con el árbol secundario, comprendiendo el sistema de vigilancia:
- 5 - al menos un primer sensor (21) apto para facilitar al menos una de las primeras señales (41; 43) representativas al menos de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario,
- al menos un segundo sensor (22) apto para facilitar al menos una de las segundas señales (42; 44) representativas al menos de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario,
- 10 - una primera unidad de vigilancia (31) apta para adquirir al menos dos de las primera y segunda señales (41, 42; 44), apta para calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario y para comparar las posiciones, velocidades y sentido de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados y apta para mandar al menos una primera salida (51) a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,
- 15 - una segunda unidad de vigilancia (32) apta para adquirir al menos dos de las primera y segunda señales (42, 41; 43) apta para calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario y para comparar las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a los criterios de funcionamiento correcto predeterminados y apta para mandar al menos una segunda salida (52) a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,
- 20 - un circuito de salida (33), apto para adquirir las citadas primera y segunda salidas y para mandar al menos una tercera salida (53) a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda salidas (51, 52) está en estado de seguridad, de modo que la cadena cinemática puede ser puesta en estado de seguridad si ha sido detectado un fallo de funcionamiento de la transmisión.
2. Sistema de vigilancia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual es declarado un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rebasamiento de al menos un umbral de velocidad predeterminado en el árbol primario o secundario, y/o en caso de pérdida de sincronismo de las posiciones entre el árbol primario y el árbol secundario.
- 25 3. Sistema de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en el cual la transmisión (2) presenta una relación de transmisión indicada por K, en el cual la posición angular del árbol primario es indicada por  $\theta_1$ , la posición angular del árbol secundario es indicada por  $\theta_2$ , y en el cual se detecta una pérdida de sincronismo si el valor absoluto de  $\theta_2 - K \cdot \theta_1$  sobrepasa un valor predeterminado.
- 30 4. Sistema de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual las primera y segunda unidades de vigilancia (31, 32) son aptas para adquirir órdenes de movimientos (25, 26, 27) relativas a un mando de motorización del árbol primario, y en el cual es declarado un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rotación en sentido contrario estática, y/o rotación en sentido contrario dinámica
- 35 5. Sistema de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual los criterios de funcionamiento correcto predeterminados están basados en al menos una tabla de parámetros que representan características de la cadena cinemática, siendo la citada tabla de parámetros apta para ser cargada por un usuario, en las primera y segunda unidades de vigilancia (31, 32).
- 40 6. Sistema de vigilancia de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un tercer sensor (23) apto para facilitar otra de las primeras señales (43) representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario y leída por la segunda unidad de vigilancia (32), y un cuarto sensor (24) apto para facilitar otra de las segundas señales (44) representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario, y leída por la primera unidad de vigilancia (31), de modo que un fallo de uno de los sensores (21-24) no degrada la función de vigilancia del sistema.
- 45 7. Sistema de torno para la manipulación de cargas, que comprende una cadena cinemática que comprende un soporte (90), un árbol primario (11) montado pivotante en el soporte alrededor de un primer eje (X), un árbol secundario (12) montado pivotante en el soporte alrededor de un segundo eje (Y), al menos una transmisión (2) que une el árbol primario al árbol secundario, y un sistema de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6,
- y que comprende además:
- un órgano motor (4) acoplado al árbol primario (11),
- 50 - un tambor (5) acoplado al citado árbol secundario, estando destinado el citado tambor a recibir al menos un cable (15) de tracción, del cual una extremidad está fijada al tambor y la otra extremidad puede estar enganchada a una carga (16) que haya que elevar,

- al menos un dispositivo de freno (61, 62) apto para actuar sobre al menos un órgano de freno (71, 72) unido al árbol primario o al árbol secundario (12),

estando configurada la tercera salida (53) para mandar actuar el dispositivo de freno (61, 62) en caso de fallo de funcionamiento de la cadena cinemática.

5 8. Sistema de torno de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual el dispositivo de freno (61, 62) comprende un primer dispositivo de freno (61) apto para actuar sobre un primer órgano de freno (71) unido al árbol secundario (12) y un segundo dispositivo de freno (62) apto para actuar sobre un segundo órgano de freno (72) unido al árbol primario (11), en el cual la tercera salida (53) es apta para mandar simultáneamente el primer dispositivo de freno (61) y el segundo dispositivo de freno (62).

10 9. Procedimiento para vigilar una cadena cinemática que comprende un árbol primario (11) montado pivotante, un árbol secundario (12) montado pivotante, una transmisión (2) que une el árbol primario al árbol secundario, y un sistema de vigilancia que comprende:

- al menos un primer sensor (21) dispuesto en el árbol primario,

- al menos un segundo sensor (22) dispuesto en el árbol secundario,

15 - una primera unidad de vigilancia (31),

- una segunda unidad de vigilancia (32),

- un circuito de salida (33),

comprendiendo el procedimiento las etapas:

20 /a1/ facilitar, a nivel del primer sensor, al menos una de las primeras señales (41; 43) representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol primario,

/a2/ facilitar, a nivel del segundo sensor, al menos una de las segundas señales (42; 44) representativa de la velocidad y del sentido de rotación del árbol secundario,

/b1/ adquirir, a nivel de la primera unidad de vigilancia (31) al menos dos de las primera y segunda señales (41, 42; 44), y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,

25 /c1/ comparar, en la primera unidad de vigilancia (31), las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados.

/d1/ mandar, por la primera unidad de vigilancia (31), al menos una primera salida (51) a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

30 /b2/ adquirir, a nivel de la segunda unidad de vigilancia (32) al menos dos de las primera y segunda señales (41; 43, 42), y calcular las posiciones angulares de los árboles primario y secundario,

/c2/ comparar en la segunda unidad de vigilancia (32), las posiciones y velocidades de rotación de los árboles primario y secundario con respecto a criterios de funcionamiento correcto predeterminados,

/d2/ mandar, por la segunda unidad de vigilancia (32), al menos una segunda salida (52) a un estado de seguridad si los criterios de funcionamiento correcto no son respetados,

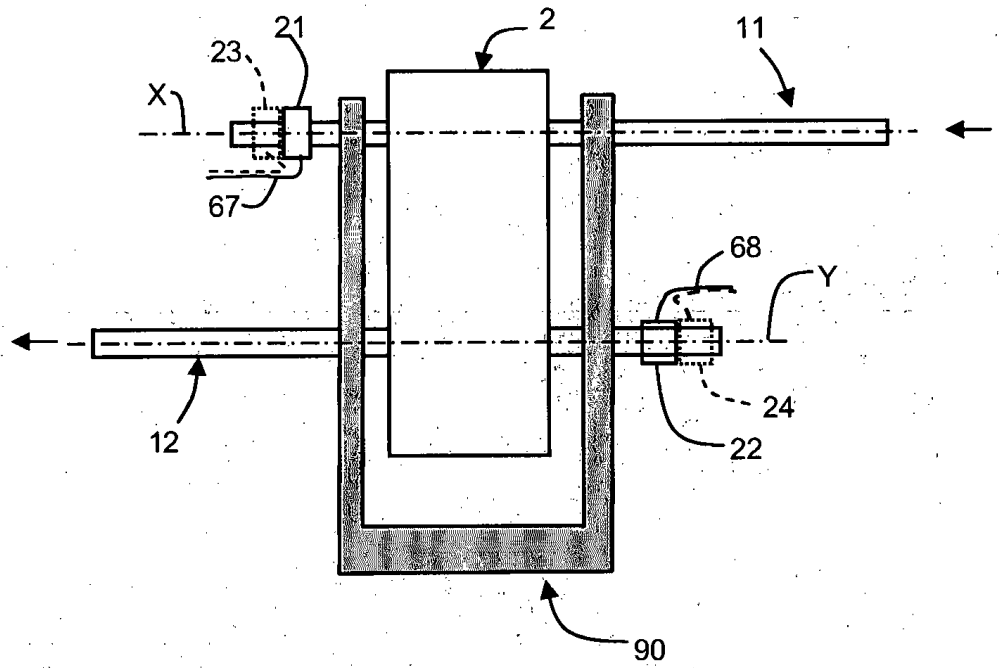
35 /e/ mandar al menos una tercera salida (53) a un estado de puesta en seguridad si al menos una de las primera y segunda salidas (51, 52) esta en un estado de seguridad.

40 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual en las etapas /d1/ y/o /d2/, es declarado un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rebasamiento de al menos un umbral de velocidad predeterminado en el árbol primario o secundario, y/o en caso de pérdida de sincronismo de las posiciones entre el árbol primario y el árbol secundario.

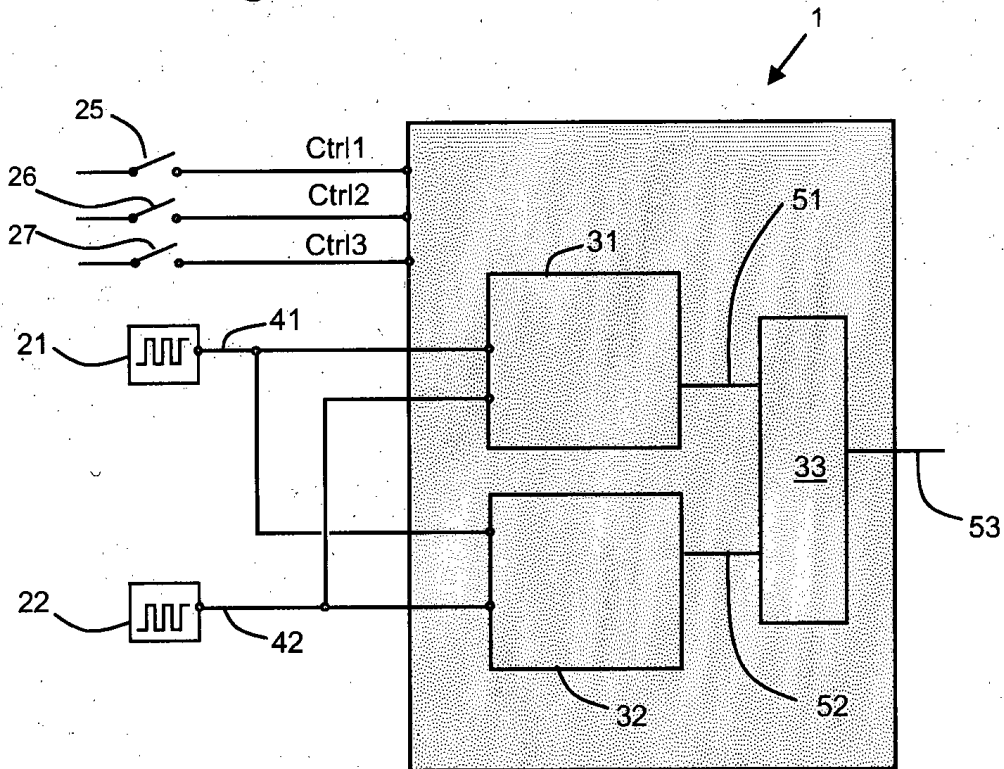
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 o 10 en el cual las primera y segunda unidades de vigilancia (31, 32) adquieren además órdenes de movimientos (25, 26, 27) relativas a un mando de motorización del árbol primario, de modo que es declarado un fallo de funcionamiento de la cadena cinemática en caso de rotación en sentido contrario estática, y/o rotación en sentido contrario dinámica.

45

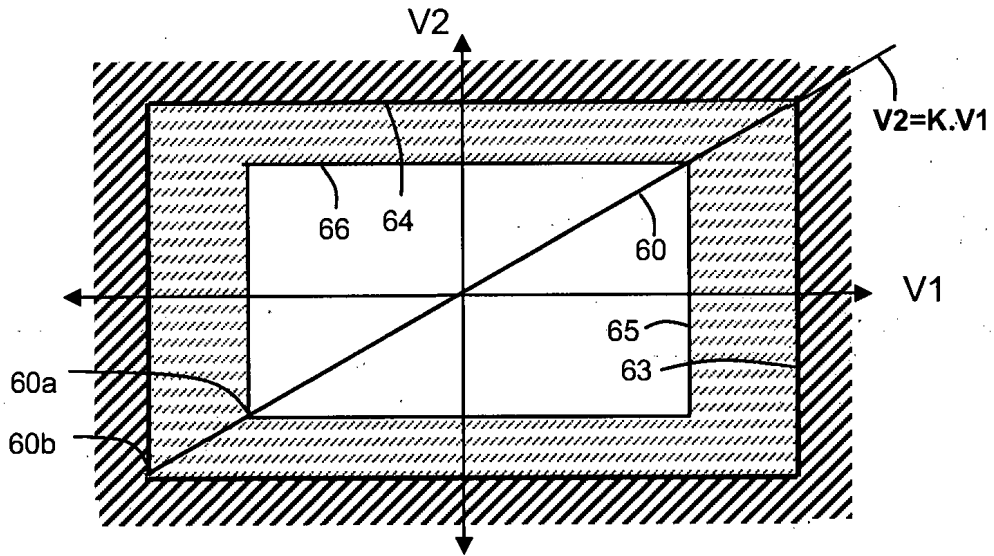
**FIG. 1**



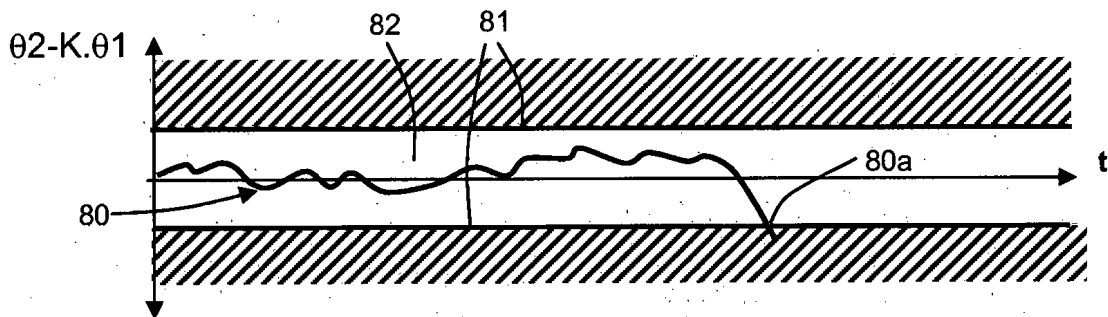
**Fig. 2**



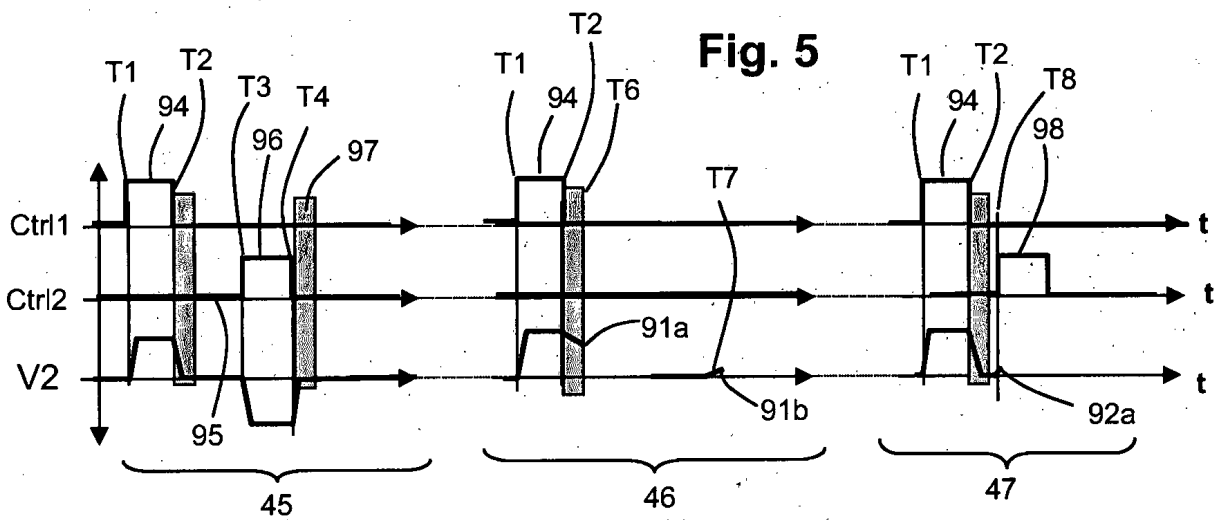
**Fig. 3**

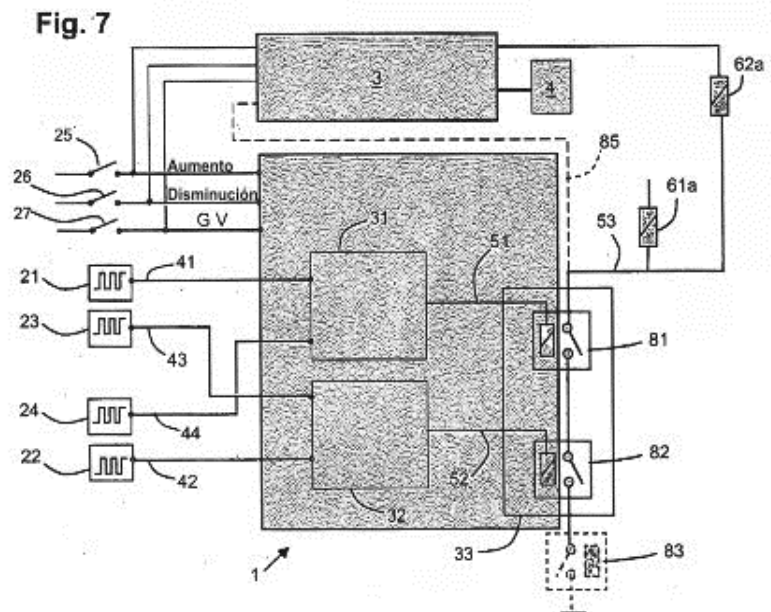
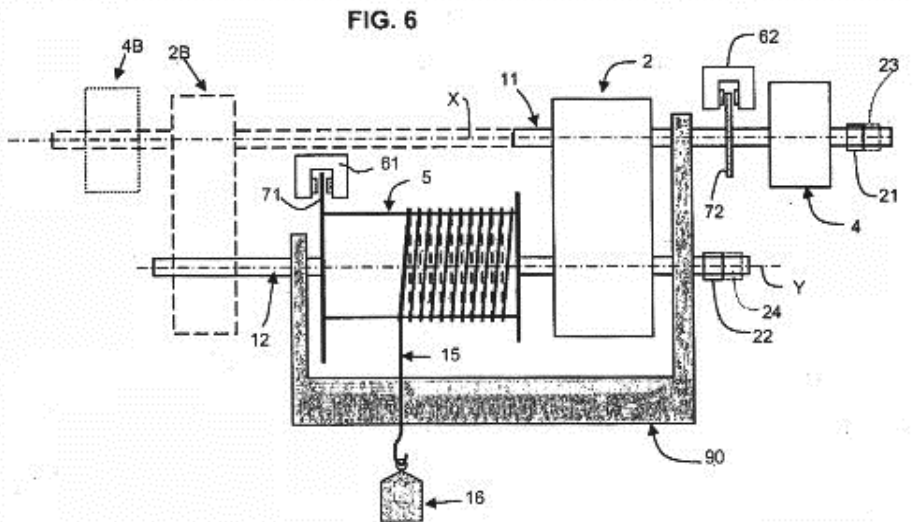


**Fig. 4**



**Fig. 5**





**Fig. 8**

