



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 508**

51 Int. Cl.:
G01C 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03292009 .2**

96 Fecha de presentación : **11.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1391692**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2004**

54 Título: **Sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una construcción.**

30 Prioridad: **23.08.2002 FR 02 10521**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.10.2011

73 Titular/es: **SOLDATA**
Parc de l'Île 21
Rue du Port
92000 Nanterre, FR

72 Inventor/es: **Labat, Marie-Laure;**
Gastine, Eric y
Beth, Martin

74 Agente: **Izquierdo Faces, José**

ES 2 365 508 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

[0001] La presente invención tiene por objeto un sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una construcción.

5 [0002] De forma más precisa, la presente invención se refiere a un sistema o a una instalación que permite la monitorización de los eventuales movimientos de los diferentes elementos constitutivos de una obra de ingeniería por efecto de causas externas como movimientos del terreno o riesgos de hundimiento debidos, por ejemplo, a la excavación de un túnel bajo dicha obra de ingeniería.

10 [0003] La invención se aplica en particular, pero no de forma exclusiva, a la monitorización de edificios en una zona urbana durante la excavación de un túnel bajo estos edificios. Se entiende, en efecto, que esta excavación puede conllevar movimientos de la estructura de estos edificios y que resulta indispensable tener información de ello de forma inmediata con el fin de poder darle solución.

15 [0004] Se conocen unos sistemas de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una obra de ingeniería que están constituidos por un conjunto formado, por una parte, por un teodolito motorizado y, por otra parte, por unos blancos asociados al teodolito, estos blancos estando, por un lado, colocados sobre unas partes no susceptibles de verse afectadas por los movimientos, es decir, unos blancos de referencia y, por otro lado, unos blancos de control que se fijan en unos puntos convenientes sobre las partes de la construcción que hay que monitorizar. La posición de los blancos de referencia se puede conocer con una gran precisión. El teodolito o aparato similar permite, apuntando de forma sucesiva a los blancos de referencia y a los blancos de control, determinar las coordenadas en el espacio de los blancos de referencia o de los blancos de control. Se entiende, en efecto, que, por
20 el hecho de que el teodolito debe colocarse por lo general en la zona susceptible de verse afectada por los movimientos, es necesario poder determinar con precisión, a partir de los blancos de referencia, la posición del teodolito y, en consecuencia, la posición de los blancos de control.

25 [0005] Como es bien sabido, en particular por el artículo R. Wilkins y otros: « A Precise, Reliable and Fully Automatic Real Time Monitoring System for Steep Embankments », (CIM, 2002, Vancouver), que describe un sistema de monitorización de este tipo, el teodolito se dirige para apuntar de forma sucesiva y periódica a los blancos de referencia y a los blancos de control midiendo para cada blanco sus coordenadas polares: distancia, ángulo horizontal y ángulo vertical. Por lo general, el teodolito está equipado con un generador de haz láser y los blancos de referencia y de control constan de un prisma que devuelve el haz láser hacia el teodolito cuando este apunta correctamente sobre el blanco. De este modo es posible medir las coordenadas polares de los blancos de referencia y de los blancos de control con respecto al teodolito, las coordenadas cartesianas de los blancos de control calculándolas el centro de control.
30

35 [0006] Comparando las coordenadas de los blancos de control para unos instantes sucesivos de medición de coordenadas, se pueden detectar eventuales movimientos incluso si estos son de muy baja amplitud. En efecto, para disponer de un sistema de monitorización fiable, es necesario poder detectar desplazamientos o movimientos del orden del milímetro.

[0007] Aunque los teodolitos puedan tener un alcance relativamente importante, sucede, en algunas situaciones, que las posibilidades de colocación del teodolito no permiten, utilizando un único teodolito, realizar la monitorización del conjunto de la construcción o del conjunto de los edificios. Esto es así en particular en la zona urbana.

40 [0008] Además, no siempre es posible, en el entorno de la zona de monitorización y en particular en el caso de un entorno urbano, disponer de zonas no susceptibles de verse afectadas por los movimientos que permitan la colocación de blancos de referencia de tal manera que estos blancos permitan la determinación en las tres dimensiones de la posición del teodolito.

45 [0009] Existe, por lo tanto, la necesidad real de disponer de un sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una construcción que permita monitorizar de forma eficaz las diferentes partes de una obra de ingeniería de gran tamaño y en unas condiciones de difícil implantación de los blancos de control o de referencia y de forma particular en el medio urbano.

50 [0010] Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una obra de ingeniería que permita la monitorización de una obra de ingeniería de gran tamaño, incluso si las condiciones, por ejemplo en el medio urbano, son desfavorables para la colocación de los teodolitos y de los blancos de referencia o de control.

[0011] Para alcanzar este objetivo, de acuerdo con la invención, el sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una construcción comprende las características de la reivindicación 1.

55 [0012] Se entiende que el sistema de monitorización, de acuerdo con la invención, comprende múltiples estaciones de medición, por ejemplo de teodolitos motorizados, que pueden, por lo tanto, estar colocados de forma conveniente para permitir la monitorización del conjunto de la obra de ingeniería. Sin embargo, debido a que las diferentes estaciones de medición siempre tienen asociado al menos un blanco de control que corresponde a al menos dos

estaciones de medición, se pueden combinar, en el tratamiento matemático de las coordenadas obtenidas de los blancos de control y de los blancos de referencia, las informaciones relativas a la posición del conjunto de estos blancos. Se pueden superar de este modo situaciones en las que no sería posible colocar un número suficiente de blancos de referencia asociados a cada estación de medición. En otras palabras, las estaciones de medición se combinan entre sí por medio de los blancos de control comunes a dos o más de dos estaciones de medición.

[0013] Desde un punto de vista práctico, para que un blanco de control pueda ser “visto” por dos estaciones de medición, puede ser necesario que este blanco sea doble. Por ejemplo, el blanco constará de dos prismas cuyas posiciones relativas son rigurosamente fijas.

[0014] En el presente documento, por “blanco de control” hay que entender, por lo tanto, bien un blanco simple o bien un blanco doble.

[0015] Por otra parte, hay que precisar que no es necesario que los blancos de referencia sean rigurosamente fijos. Basta con que su posición precisa pueda determinarse y actualizarse de vez en cuando.

[0016] De acuerdo con un modo preferente de aplicación, el sistema de monitorización comprende además:

- un centro de control que comprende dichos medios de tratamiento; y
- unos medios para transmitir desde cada estación hacia dicho centro de control dichas coordenadas polares de los blancos de control y de referencia obtenidas por dichas estaciones en dichos instantes sucesivos.

[0017] Se entiende que, en este modo de realización preferente, el sistema de monitorización comprende, además de un centro de control que está conectado por cualquier medio conveniente, por ejemplo mediante transmisión por radio, a las diferentes estaciones de medición de tal manera que este centro de control reciba, en unos instantes sucesivos predeterminados, las coordenadas relativas de los blancos de referencia y de los blancos de control obtenidos por las diferentes estaciones de medición. Este centro de control consta de unos medios de tratamiento matemático de los diferentes datos recibidos, lo que permite correlacionar en cada instante a medida que se recibe el conjunto de las medidas realizadas por las diferentes estaciones de medición, por ejemplo mediante el método de los mínimos cuadrados, las mediciones realizadas con el fin de optimizar la determinación de las coordenadas absolutas de los blancos de control debido a la redundancia de los datos. El cálculo de las coordenadas globales absolutas de los diferentes blancos de control permite detectar en tiempo real un eventual movimiento de una parte de la obra de ingeniería asociada a uno de los blancos de control.

[0018] Se observarán mejor otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción que se da a continuación acerca de varios modos de realización de la invención, que se dan a título de ejemplos no excluyentes. La descripción se refiere a las figuras anexas, en las que:

- la figura 1 es una vista simplificada de un ejemplo de realización de una estación de medición;
- la figura 2 es un esquema que muestra la implantación de blancos de referencia y de blancos de control alrededor de una estación de medición;
- la figura 3 ilustra el conjunto del sistema de monitorización en una primera configuración;
- la figura 4 es una vista esquemática del blanco doble que se utiliza para los blancos de control comunes a dos estaciones de medición; y
- la figura 5 muestra un segundo ejemplo de aplicación.

[0019] Haciendo referencia, en primer lugar, a la figura 1, se va a describir un ejemplo de realización de una estación de medición instalada alrededor de un teodolito motorizado. Ni que decir tiene, sin embargo, que la invención podría aplicarse con otras estaciones de medición siempre que estas permitan determinar las coordenadas polares relativas de los diferentes blancos de referencia o de control que corresponden a la estación de medición.

[0020] La estación 10 consta de una base o bastidor 12 que puede estar fijado a un punto conveniente de la construcción para realizar la monitorización. Sobre este bastidor 12 se monta un teodolito 14 móvil que gira alrededor del eje vertical XX' . El giro del teodolito 14 con respecto al bastidor 12 puede estar controlado por un motor 16 asociado a un circuito de control 18. El teodolito 14 comprende en particular una óptica de emisión de un haz láser 18 que es móvil alrededor de un eje horizontal que corta el eje vertical XX' . El haz láser que emite la óptica 18 permite apuntar a los blancos controlando convenientemente el motor 18 y un accionador 20 de giro de la óptica alrededor del eje horizontal. Este sistema puede estar dirigido y programado para apuntar de forma sucesiva a diferentes blancos en unos instantes predeterminados. Dentro de la estación se encuentran también unos circuitos de tratamiento y de memoria 22 de tal manera que permiten para cada blanco apuntado almacenar de forma temporal la identificación del blanco de referencia o de control, así como las coordenadas polares de este blanco con respecto al teodolito. La estación de medición 10 consta también de un emisor de radio 24, o de unos medios de

transmisión análogos, capaz de emitir, en cada medición de las coordenadas de los blancos asociados a la estación, la identificación de cada blanco, así como sus coordenadas polares relativas.

5 **[0021]** En la figura 2 se ha representado un ejemplo de colocación de blancos de control C_i y de blancos de referencia C'_i alrededor de una estación 10. Los blancos de control C_i están fijados sobre las diferentes partes de la construcción susceptible de experimentar los movimientos. Por el contrario, los blancos de referencia C'_i están colocados y fijados sobre unas partes del entorno de la construcción no susceptibles a priori de verse afectadas por los movimientos. Por otra parte, mediante cualquier medio conveniente, la posición absoluta de los blancos de referencia C'_i se conoce con una gran precisión. No es necesario que la posición de los blancos de referencia sea estrictamente fija, aunque los blancos se monten en unos puntos fuera de la zona afectada por los movimientos.

10 Basta con que la posición exacta de estos blancos se pueda actualizar de forma periódica. Es preciso que los blancos de referencia C'_i se coloquen de tal manera que permitan una localización absoluta en las tres dimensiones de la estación de medición 10. Los blancos de control C_i deben, obviamente, colocarse en el campo de acción efectivo del teodolito y de forma particular, por lo tanto, en visión directa con respecto a la estación.

15 **[0022]** Se entiende que las condiciones que se imponen a los blancos de referencia y los blancos de control hacen que resulte imposible monitorizar una construcción de gran tamaño utilizando una única estación de medición.

[0023] Haciendo referencia ahora a la figura 3, se va a describir el conjunto del sistema de monitorización de acuerdo con la invención en una primera configuración. Se ha representado con línea de puntos la zona H de la obra de ingeniería de la que es necesario monitorizar y detectar los eventuales movimientos. Se trata, por ejemplo, de una calle en un entorno urbano bajo la cual se está excavando un túnel.

20 **[0024]** En esta figura se han representado de forma simplificada varias estaciones de medición S_1, S_2, S_3, S_4 . Estas estaciones de medición están fijadas en unos emplazamientos que son susceptibles de verse afectados por los movimientos con el fin de poder apuntar de forma efectiva a los blancos de control. En la figura 3, también se han representado unas zonas R_1, R'_1 asociadas a la estación S_1 en las que están colocados unos blancos de referencia C'_i . Del mismo modo, unos blancos de referencia asociados a la estación S_2 están colocados en las zonas R_2 y R'_2 , unos blancos de referencia asociados a la estación S_3 están colocados en las zonas R_3 y R'_3 y a la estación S_4 están asociados unos blancos de referencia colocados en las zonas R_4 y R'_4 .

25

[0025] A cada estación de medición S_i están asociados también unos blancos de control C_i que están fijados sobre unas partes de la construcción que hay que monitorizar susceptibles de verse afectadas por los movimientos, estos blancos C_i estando obviamente colocados dentro del campo de visión de los teodolitos de las estaciones consideradas. Están previstos unos blancos de control particulares K_i que están colocados en unas zonas T_1, T_2, T_3 que se encuentran dentro del campo de visión de dos estaciones adyacentes de medición. Cada zona T_1, T_2, T_3 consta de varios blancos dobles K_i . Se entiende que cada blanco de tipo K_i es el objeto de la adquisición de coordenadas relativas por parte de dos estaciones adyacentes, lo que permite realizar una combinación entre las adquisiciones de coordenadas del conjunto de los blancos de referencia y de control asociados a dos estaciones de medición y, por lo tanto, al conjunto de las estaciones de medición.

30

35

[0026] Como es deseable que los blancos se coloquen prácticamente en perpendicular al haz láser de la estación a la que están asociados, los blancos de tipo K_i tienen una estructura particular que está representada en la figura 4. Estos blancos, de hecho, son dobles. Constan de una base 26 rígida sobre la que se montan dos blancos de tipo estándar 27 y 28. Los blancos de control 27 y 28 pueden estar orientados de forma conveniente con respecto a los dos teodolitos de las estaciones que medirán sus coordenadas. Sin embargo, las coordenadas relativas de los blancos 27 y 28 son fijas y en particular la distancia que separa estos dos blancos es fija. En el cálculo de las coordenadas absolutas de los blancos de control, esta particularidad estará obviamente integrada.

40

[0027] Por blanco de control hay que entender, por lo tanto, unos blancos simples, dobles o incluso eventualmente triples.

45 **[0028]** El sistema de monitorización comprende, además de las estaciones de medición y de los blancos de referencia o de control, ya sean simples o dobles, un centro de control 30. Este centro de control 30 está equipado, por ejemplo, con unos medios receptores de radio 32 para recibir las coordenadas relativas obtenidas por las diferentes estaciones y transmitidas por el emisor de radio 24 que está asociado a estas. Esta transmisión de datos de todas las estaciones S_i hacia el centro 30 la realizan las estaciones en cada periodo de medición. El centro 30 consta en particular de unos medios de tratamiento lógico y numérico 34, por ejemplo un microprocesador, unidos al receptor de radio 32 mediante unos circuitos de almacenamiento y de formateo 36, de unas memorias permanentes de programa 38, de unas memorias vivas de cálculo y de unas memorias no volátiles 40 de datos. El centro de control consta también de unos medios de visualización 42 que permiten, por ejemplo, visualizar para cada instante de medición las coordenadas absolutas calculadas de los diferentes blancos de control con indicación del blanco en cuestión. Tal y como se explicará posteriormente, los medios de visualización permiten visualizar una señal de alarma en el caso en que se detecte un movimiento de uno de los blancos de control que sobrepase un umbral determinado. Los medios de visualización 42 están conectados a la unidad de tratamiento lógico 34 mediante un circuito de control 44.

50

55

5 [0029] El funcionamiento del conjunto del sistema es el siguiente: en cada instante de medición, los teodolitos de las estaciones de medición se dirigen para recoger las coordenadas polares relativas de los blancos de referencia, de los blancos de control simples y de los blancos de control dobles que están asociados a estas. Estos datos de coordenadas se transmiten en cada periodo de medición hacia el centro de control 30. Estas diferentes coordenadas
10 relativas adquiridas por los teodolitos se tratan en la unidad de tratamiento lógico 34 que aplica un algoritmo matemático de tratamiento almacenado en la memoria permanente 38. Tal y como se explicará de forma más detallada posteriormente, el algoritmo es del tipo de los mínimos cuadrados. Para cada serie de medición de coordenadas relativas, se obtienen, mediante tratamiento utilizando el programa, las coordenadas absolutas de los diferentes blancos de control ya sean simples o dobles, estas coordenadas absolutas siendo el resultado en particular de la correlación entre las mediciones hechas por las estaciones gracias a los blancos dobles K_i . Estas
15 coordenadas absolutas de los blancos de control se almacenan en la memoria 40 y se pueden visualizar en el dispositivo de visualización 42. En el siguiente ciclo de medición, tiene lugar el mismo procedimiento, lo que permite obtener las coordenadas absolutas de los diferentes blancos de control. La comparación con un estado de referencia de estas coordenadas absolutas de los diferentes blancos de control que se obtienen en cada ciclo de medición permite detectar en tiempo real un eventual movimiento de uno de los blancos de control y, por lo tanto, activar una alerta. La periodicidad de las mediciones se determina en función de la reactividad deseada de la monitorización.

[0030] También es importante señalar que la invención permite un tratamiento global de las diferentes estaciones de medición y, por lo tanto, del conjunto de la instalación.

20 [0031] La colocación de los blancos tanto de referencia como de control que se ilustra en la figura 3 corresponde a una configuración favorable por el hecho de que, en cada estación de medición, se pueden asociar unos blancos fijos de referencia. La colocación que se representa en la figura 3 corresponde, por ejemplo, a la monitorización de los edificios a lo largo de una calle principal, los blancos de referencia estando montados en los edificios en vías perpendiculares fuera de la zona susceptible de verse afectada por los movimientos.

25 [0032] Tal y como ya se ha indicado, el tratamiento matemático de las coordenadas polares relativas de monitorizaciones "móviles" y de los blancos fijos de referencia a partir de las estaciones de medición también "móviles", que son redundantes, se realiza mediante el método de los mínimos cuadrados.

[0033] Este método bien conocido en sí mismo y que se utiliza en numerosos campos permite gestionar datos, de carácter redundante, que se adquieren con unos riesgos de error. Permite por el hecho de la redundancia de los datos, detectar los errores y mejorar la precisión de los resultados que se obtienen.

30 [0034] El cálculo es iterativo: un primer cálculo permite establecer un conjunto de soluciones ajustado a partir de un conjunto de soluciones aproximado que se establece a partir de elementos externos. El conjunto ajustado de las soluciones se utiliza a continuación como conjunto de valores aproximado y así sucesivamente hasta que el factor de convergencia converge de acuerdo con una precisión fijada por anticipado. El conjunto de las soluciones adoptadas es el que minimiza la suma de los cuadrados de los errores que corresponden a cada coordenada.

35 [0035] En este tratamiento matemático, se puede detectar de forma automática si algunos blancos presentan de forma regular un error mayor que los demás blancos. Estas desviaciones están por lo general causadas por artefactos que asignan el punto de posición de estos blancos, estos artefactos pudiendo tratarse de reflexiones parásitas de los haces láser, perturbaciones del camino óptico de los haces láser, etc.

40 [0036] De este modo se pueden identificar de forma automática los blancos que corresponden a unos errores mayores mediante un tratamiento matemático de estos errores. Estos blancos se desactivan entonces y el tratamiento matemático se reanuda sin tener en cuenta las mediciones en las que participan estos blancos. De este modo se entiende que la configuración de la red de estaciones puede gestionarse de forma dinámica.

45 [0037] Los blancos de referencia tienen unas coordenadas absolutas que se conocen con precisión mientras que los blancos de control y las estaciones de medición son "móviles". La posición de las estaciones se calcula de nuevo en cada ocasión a partir de los blancos de referencia.

[0038] La gran ventaja de la utilización del método de los mínimos cuadrados en el campo de la presente invención es el hecho de poder tratar los cálculos en bloque. Este permite calcular teodolitos que no ven, o que ven pocos, blancos de referencia relacionándolos con los demás teodolitos mediante unos blancos de control dobles K_i .

50 [0039] En algunos casos, no es posible beneficiarse de esta situación favorable. Ese será el caso, por ejemplo, cuando no sea posible asociar a cada estación de medición unos blancos fijos de referencia en un número suficiente. Es el caso que se ilustra en la figura 5. En esta figura se ha representado una primera estación de medición S_1 a la que están asociados multitud de blancos fijos de referencia C'_i y unos blancos de control C_i colocados en la zona U de visión del teodolito de la estación S_1 . En cambio, para las estaciones de medición S_2 y S_3 , no se dispone de la posibilidad de implantar unos blancos de referencia. A cada una de las estaciones S_2 y S_3
55 obviamente están asociados unos blancos de control C_i . Por otra parte, en las zonas comunes a dos estaciones adyacentes de medición T_1 y T_2 están fijados unos blancos dobles K_i . En particular, en la zona T_1 están montados unos blancos dobles de control en los campos de acción de la estación S_1 y de la estación S_2 , mientras que unos

blancos dobles están montados en la zona T_2 común a las estaciones S_2 y S_3 . El resto del sistema de monitorización es idéntico al que se representa en la figura 3, en particular en lo que se refiere al centro de control.

5 **[0040]** Se entiende que en esta configuración, y a pesar de la ausencia de blancos de referencia para las estaciones S_2 y S_3 , se podrá realizar esta monitorización y, por lo tanto, la determinación de las coordenadas absolutas de los blancos de control C_i en las zonas que corresponden a las estaciones S_2 y S_3 gracias a la correlación entre las mediciones que se obtienen de la colocación de los blancos dobles K_i en las zonas comunes a dos estaciones de medición T_1 y T_2 . Obviamente, es preciso que haya un número suficiente de blancos dobles K_i .

10 **[0041]** Hay que señalar que, gracias a la presencia de al menos un blanco doble de control, visible por dos estaciones de medición, el sistema puede funcionar en el caso en que una estación de medición no esté conectada a un número suficiente de blancos de referencia o que esté conectada a unos blancos de referencia mal distribuidos.

15 **[0042]** Por otra parte, tal y como ya se ha indicado con anterioridad, mediante un tratamiento matemático de los errores asociados a los blancos, se pueden identificar los blancos cuya determinación de la posición se ve afectada por los artefactos y no tener en cuenta las medidas en las mediciones en las que participan los blancos identificados de este modo para calcular las coordenadas polares de los otros blancos. De este modo se puede realizar una gestión dinámica del sistema de control.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de monitorización de los eventuales movimientos de las partes de una construcción, dicho sistema comprendiendo:
- 5
- múltiples estaciones de medición aptas para apuntar a unos blancos y susceptibles de montarse al menos en parte sobre dichas partes de una construcción;
 - múltiples blancos de referencia acoplados a al menos una estación de medición;
 - múltiples blancos de control montados sobre dichas partes de una construcción, al menos uno de dichos blancos de control estando asociado a al menos dos estaciones;
- 10
- unos medios de control de cada estación para medir en unos instantes sucesivos las coordenadas de los blancos de referencia y de los blancos de control que están asociados a estos con respecto a dicha estación; y
 - unos medios de tratamiento de las coordenadas de los blancos de referencia y de los blancos de control elaborados por dichas estaciones en dichos instantes sucesivos para deducir de estas un eventual desplazamiento de un blanco de control entre dos instantes de medición, que se caracteriza porque al menos una de dichas estaciones de medición está asociada a cualquiera de los blancos de referencia.
- 15
2. Sistema de monitorización de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque dicha o dichas estaciones de medición asociada(s) a cualquiera de los blancos de referencia está(n) asociada(s) a al menos uno, de preferencia varios, blanco de control, dicho blanco de control estando a su vez asociado a otra estación de medición.
- 20
3. Sistema de monitorización de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que se caracteriza porque los blancos de referencia tienen unas coordenadas absolutas que se conocen con precisión mientras que los blancos de control y las estaciones de medición se montan sobre unas partes de una construcción susceptibles de experimentar un desplazamiento.
- 25
4. Sistema de monitorización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que se caracteriza porque comprende, además:
- un centro de control que comprende dichos medios de tratamiento; y
 - unos medios para transmitir desde cada estación de medición hacia dicho centro de control dichas coordenadas de los blancos de control y de referencia obtenidas por dichas estaciones en dichos instantes sucesivos.
- 30
5. Sistema de monitorización de acuerdo con la reivindicación 4, que se caracteriza porque dichos medios de tratamiento comprenden unos medios para aplicar, para cada instante de medición, un algoritmo matemático al conjunto de las coordenadas obtenidas de los blancos de referencia y de los blancos de control medidos por el conjunto de dichas estaciones.
- 35
6. Sistema de monitorización de acuerdo con la reivindicación 5, que se caracteriza porque dicho algoritmo matemático es un método de los mínimos cuadrados para calcular para cada instante de medición la posición absoluta en el espacio de dichos blancos de control, y porque dichos medios de tratamiento comprenden, además, unos medios para comparar la posición absoluta de cada blanco de control en los instantes sucesivos de medición.
- 40
7. Sistema de monitorización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que se caracteriza porque al menos uno de los blancos de control asociados a dos estaciones está formado por dos elementos de blanco montados sobre una parte de la construcción de tal manera que su distancia mutua sea fija, una de las dos estaciones midiendo las coordenadas de uno de los elementos del blanco de control, la otra estación midiendo las coordenadas del otro elemento del blanco de control.
- 45
8. Sistema de monitorización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que se caracteriza porque dichas coordenadas son coordenadas polares.
- 50
9. Sistema de monitorización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que se caracteriza porque dichos medios de tratamiento comprenden, además, unos medios para identificar los eventuales blancos de referencia o los eventuales blancos de control que corresponden a unos errores, obtenidos mediante el método de los mínimos cuadrados, superiores a los de los demás blancos y unos medios para no tener en cuenta las mediciones que hacen intervenir dichos blancos identificados.

10. Procedimiento de monitorización en tiempo real de los eventuales movimientos de las partes de una construcción en el que:

- se proporciona un sistema de monitorización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, procedimiento en el que:
- 5
- en cada instante de medición, las estaciones de medición están dirigidas para medir las coordenadas polares relativas de los blancos de referencia y de los blancos de control que están asociados a estas;
 - se realiza una etapa de cálculo, a partir del conjunto de las mediciones que se obtienen, de preferencia mediante un algoritmo del tipo de los mínimos cuadrados, para obtener las coordenadas absolutas de los diferentes blancos de control;
- 10
- se comparan las coordenadas absolutas que se obtienen con un estado de referencia con el fin de detectar un eventual movimiento de uno de los blancos de control; y
 - se activa una alerta si se detecta un movimiento.

11. Unidad de tratamiento que consta de un programa destinado a la aplicación del procedimiento de monitorización de acuerdo con la reivindicación 10.

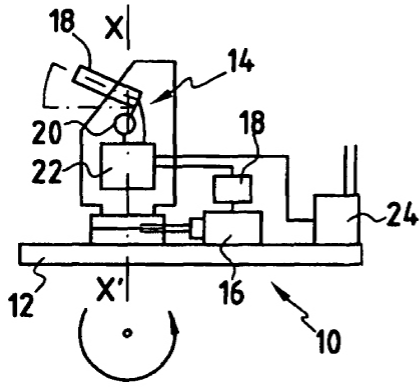


FIG. 1

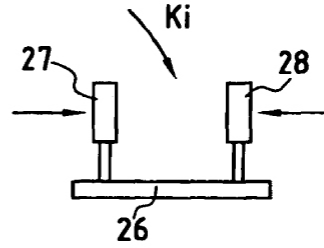


FIG. 4

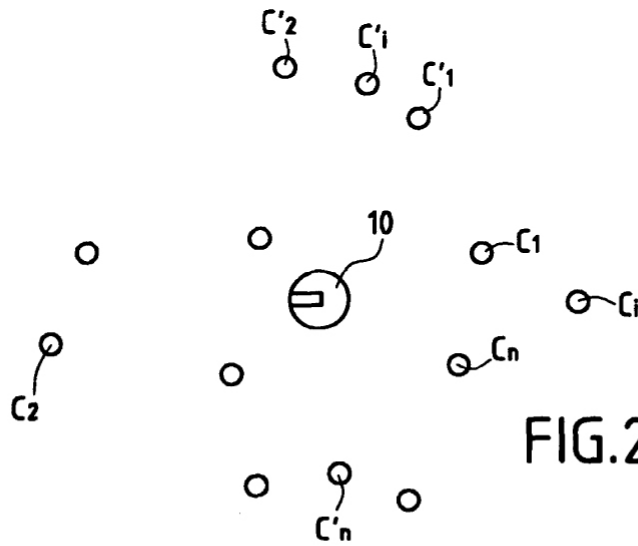


FIG. 2

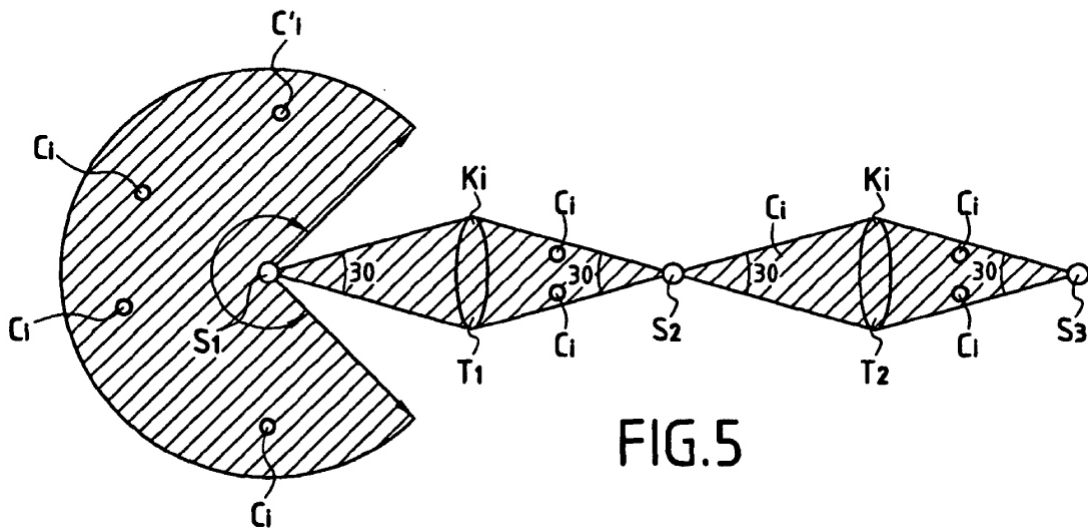


FIG. 5

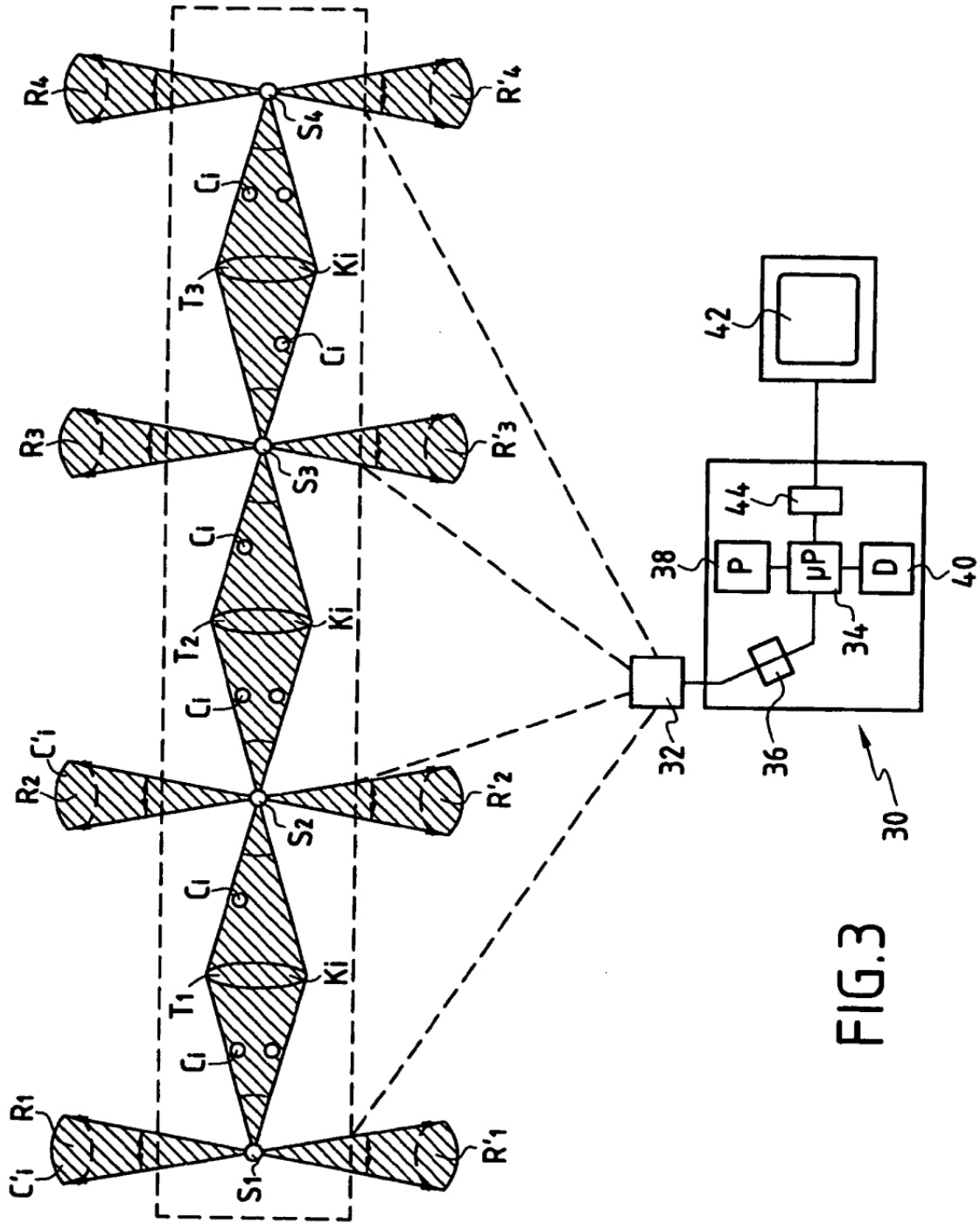


FIG.3