

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 141**

21 Número de solicitud: 201830539

51 Int. Cl.:

G01H 9/00 (2006.01)

G01M 7/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.06.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.12.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

14.09.2020

Fecha de concesión:

30.12.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.01.2021

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE BURGOS (100.0%)

C/ Hospital del Rey s/n

09001 Burgos (Burgos) ES

72 Inventor/es:

VICENTE CABRERA , Miguel Ángel;

GONZÁLEZ CABRERA, Dorys Carmen y

MÍNGUEZ ALGARRA, Jesús

54 Título: **Sistema para la medida y monitorización de movimientos en estructuras**

57 Resumen:

Sistema para la medida y monitorización de movimientos en estructuras, que comprende al menos un conjunto de medición de distancia entre una referencia fija y una referencia móvil, cada conjunto de medición incluye un elemento de diana y un transductor de desplazamiento láser apuntado hacia dicho elemento de diana, el transductor de desplazamiento láser está adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana generadas por movimientos verticales en la estructura en la que se desea medir dichos movimientos, donde, el elemento de diana y el transductor de desplazamiento láser están dispuestos sobre la estructura, y el elemento de diana es la referencia fija y el transductor de desplazamiento láser es la referencia móvil.

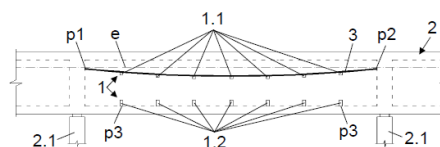


Fig.1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 734 141 B2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA PARA LA MEDIDA Y MONITORIZACIÓN DE MOVIMIENTOS EN ESTRUCTURAS

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se engloba en el campo de los sistemas, dispositivos o equipos de medida o monitorización de movimientos generados en estructuras, fundamentalmente de obra civil, tal como puentes, elementos estructurales en edificación u otro tipo de obra de ingeniería similar.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En los últimos años, se ha producido un desarrollo sin precedentes en la monitorización de las estructuras de obra civil, especialmente puentes, aunque no solo. De entre todos los parámetros que se pueden controlar en dichas estructuras, especialmente, en las de obra civil y edificación, se destacan los movimientos que experimentan dichas estructuras. Los movimientos generados en las estructuras aglutinan todas las propiedades mecánicas de dichas estructuras y sufren modificaciones cuando estas se degradan. En consecuencia, la monitorización de movimientos en las estructuras, en sus puntos representativos, es una buena herramienta para el control preventivo de la seguridad y la fiabilidad de las mismas.

25 Sin embargo, la medición de los movimientos en las estructuras no es tarea fácil. Los medios sensores ideales para efectuar dicha medición deben ser, en primer lugar, precisos (capaces de medir con precesión superior a 0,1 mm en desplazamiento), y segundo, baratos. Adicionalmente, los medios sensores deben ser capaces de trabajar en cualquier condición ambiental y lumínica, deben ser inmunes a los campos electromagnéticos y deben ser estables, es decir, no mostrar deriva en la medida con el tiempo.

Además, se precisa que el análisis de los datos sea realizado de forma rápida, casi en tiempo real, sin necesidad de equipos de cómputo especialmente potentes y costosos.

35

En la actualidad, son conocidas diversas tecnologías para la medida de los movimientos que sufren las estructuras de obra civil, por ejemplo, los puentes.

Algunas de estas tecnologías conocidas emplean un transductor de desplazamiento, ya sean, inductivo o resistivo. Estos tipos de transductores de desplazamiento tienen numerosas ventajas, por ejemplo, son precisos, baratos, robustos, estables, entre otras. Sin embargo, presentan la desventaja que requieren un punto fijo próximo, lo cual, plantea dificultades técnicas, insalvables en muchas ocasiones en la práctica.

10 También es conocido el empleo de transductores de desplazamiento con tecnología láser, por ejemplo, triangulación, distanciometría, interferometría, etc. Estos transductores de desplazamiento láser miden la variación de la distancia entre dos puntos, donde, uno de los puntos actúa como referencia fija, a los efectos de la medida que se desea realizar, y entonces es posible conocer el movimiento del otro punto.

Comúnmente, los transductores de desplazamiento láser se suelen disponer en un punto fijo fuera de la estructura, mientras que la referencia o diana está dispuesta en un punto móvil de dicha estructura que se pretende monitorizar. Por ejemplo, si se desea medir el descenso que experimenta la estructura de un puente, el punto fijo “natural” que se suele tomar es el suelo, para entonces medir la variación de la distancia vertical entre el puente y el suelo. Existen dos posibles alternativas para realizar la medición: poner el transductor de desplazamiento láser en el suelo y medir la distancia entre dicho transductor y el puente, o bien, poner el transductor de desplazamiento láser en el puente y medir la distancia entre éste y el suelo. En ambos casos, se alcanza a medir una variación de distancia generada por movimientos de la estructura del puente.

Por otro lado, la distancia en la que se dispone el transductor de desplazamiento láser y la diana depende de las condiciones específicas de la estructura a medir, y por su parte, la precisión de la medida del movimiento estará condicionada por dicha distancia entre el transductor de desplazamiento láser y la diana. Influyendo igualmente en la precisión de la medida las condiciones ambientales del lugar en donde se encuentra emplazada la estructura. Lo que es un problema en el caso de los

puentes, los cuales, suelen estar a bastantes metros del suelo, además de estar expuestos a las condiciones ambientales del lugar en donde se encuentra emplazado.

5 Por ello, en esta configuración conocida, dichos transductores de desplazamiento láser no son capaces de combinar adecuadamente precisión, economía y robustez. Los que son precisos y robustos no son económicos, y los que son robustos y económicos, entonces, no son precisos.

10 También es conocida la medición de desplazamientos o movimientos en las estructuras utilizando tecnología GPS. Esta tecnología es económica para el usuario, pero su precisión es muy baja, inaceptable para la monitorización de estructuras constrictivas.

15 Por otro lado, son conocidas las mediciones de desplazamientos en estructuras basadas en el uso de video cámaras y tecnologías de visión artificial, siendo hasta la fecha una solución cara, tanto, por el costo de los elementos técnicos empleados como por el costo computacional del post-procesado de los datos, por lo que aún no constituye una solución madura y rentable para su implementación masiva en campo.

20 Por tal razón, se requiere diseñar un sistema para la monitorización de movimientos en estructuras que, de forma sencilla y económica, logre superar las anteriores desventajas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

25

La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

30 El objeto de la invención es un sistema capaz de monitorizar, de forma continua, movimientos en estructuras, tal como, puentes. El problema técnico a resolver es cómo lograr la medición, de manera precisa y económica, de los movimientos que experimenta una estructura.

El sistema comprende al menos un conjunto de medición de distancia entre una referencia fija y una referencia móvil. Cada uno de dichos conjuntos de medición incluye al menos un elemento de diana y un transductor de desplazamiento láser apuntado hacia dicho elemento de diana. El transductor de desplazamiento láser está
5 adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana, donde, dichas variaciones de distancia son generadas por movimientos verticales en la estructura a monitorizar.

Así mismo, el elemento de diana y el transductor de desplazamiento láser están
10 dispuestos sobre la estructura, donde, el elemento de diana es la referencia fija y el transductor de desplazamiento láser es la referencia móvil.

De esta forma, mientras que el elemento de diana se mantiene sin variar su posición, solidario a un punto de la estructura que no experimenta movimientos, o bien, en una
15 magnitud despreciable para la medición, el transductor de desplazamiento láser es fijado a un punto de la estructura que experimenta los movimientos que se desean medir, de tal forma que el transductor de desplazamiento láser se mueve junto al punto móvil de la estructura, midiendo con precisión la variación de distancia que experimenta respecto al elemento de diana.

20 Al estar fijados a la estructura tanto el elemento de diana como el transductor de desplazamiento láser, se logra que la separación entre ambos elementos del conjunto de medición de distancia sea mínima, con lo cual, se incrementa notablemente la precisión de la medida de los movimientos de la estructura.

25 Igualmente, al estar fijados ambos elementos del conjunto de medición de distancia a la estructura, estos pueden ser dispuestos protegidos de la intemperie y alejados de las zonas de fácil acceso público, por lo que los resultados de las mediciones realizadas por el sistema no se ven afectados por las condiciones o agentes
30 ambientales, al mismo tiempo que se evitan problemas motivados por actos vandálicos.

Con todo ello, se logra una solución precisa, con un coste relativamente bajo pues se emplean elementos de medición de distancia utilizados en otros sectores
35 industriales/comerciales y que, por tanto, se pueden adquirir fácilmente en el mercado.

Además, estos elementos de medición de distancia empleados en la presente invención pueden operar bajo cualquier condición ambiental y lumínica (de día, de noche, con niebla, lloviendo, etc.). El transductor de desplazamiento láser es insensible a los campos electromagnéticos, por lo que puede emplearse en estructuras
5 sujetas a este tipo de campos, además de ser estable, es decir, no pierde la referencia inicial, lo cual, constituye una condición esencial en la monitorización a largo plazo de movimientos en las estructuras, donde, dicha monitorización es realizada de manera precisa, al estar, tanto el transductor de desplazamiento láser como el elemento de diana, fijados sobre la estructura a monitorizar, reduciéndose al mínimo la separación
10 entre ambos elementos del conjunto de medición de distancia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas
15 del ejemplo preferente, y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa una vista esquemática de una primera realización del sistema para la medida y monitorización de movimientos con un conjunto de medición de distancia dispuesto sobre una estructura.
20

La figura 2 representa una vista esquemática de una segunda realización del sistema para la medida y monitorización de movimientos dispuesto sobre la estructura mostrada en la figura 1, que incluye dos conjuntos de medición de distancia y un conjunto auxiliar de medición de distancia.
25

La figura 3 representa un diagrama en bloque del sistema para la medida y monitorización de movimientos.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 La presente invención es un sistema para la medida y monitorización de movimientos en estructuras, tales como, puentes u otras estructuras de uso civil o no civil que comprenda un elemento estructural longitudinal dispuesto de forma horizontal sobre al menos dos pilares o apoyos verticales.
35

Como se muestra en las figuras 1 y 2, el sistema para la medida y monitorización de movimientos comprende al menos un conjunto de medición (1) de distancia entre una referencia fija y una referencia móvil. Cada conjunto de medición (1) incluye al menos un elemento de diana (1.1) y un transductor de desplazamiento láser (1.2) apuntado hacia dicho elemento de diana (1.1), donde, cada transductor de desplazamiento láser (1.2) está adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana (1.1). Estas variaciones de distancia son generadas por movimientos verticales en la estructura (2) a monitorizar.

- 10 En la realización mostrada en la figura 1, el sistema para la medida y monitorización de movimientos comprende un conjunto de medición (1) de distancia que, a su vez, comprende una pluralidad de elementos de diana (1.1) e igual número de transductores de desplazamiento láser (1.2) apuntados hacia cada uno de dichos elementos de diana (1.1). Sin embargo, como se muestra en la figura 2, el sistema para la medida y monitorización de movimientos podría comprender más de un conjunto de medición (1) de distancia como el mostrado en la figura 1.

En cualquiera de los casos, el elemento de diana (1.1) y el transductor de desplazamiento láser (1.2) están dispuestos sobre la estructura (2), donde, el elemento de diana (1.1) es la referencia fija y el transductor de desplazamiento láser (1.2) es la referencia móvil del conjunto de medición (1).

Para ello, se requiere reconocer en la estructura (2) unos puntos fijos (p1, p2), es decir, ciertos puntos de la estructura (2) cuyo movimiento pueda considerarse nulo a los efectos de la medición que se pretende realizar.

Por ejemplo, en el caso más habitual de un tablero de puente, cuyo eje longitudinal (e) es sensiblemente horizontal y está sometido mayoritariamente a cargas y movimientos sensiblemente verticales, es decir, sensiblemente perpendiculares a dicho eje longitudinal (e), éste último, puede considerarse una referencia fija para efectuar la medida de los citados movimientos verticales que experimenta la estructura (2).

Por lo anterior, se prefiere que los puntos fijos (p1, p2) estén circunscritos a sendos extremos del eje longitudinal (e) de la estructura (2) extendido horizontalmente entre dos de sus apoyos (2.1), es decir, los puntos fijos (p1, p2) forman parte de secciones

de la estructura (2) que están dispuestas encima de dos de los apoyos (2.1) de la misma.

En otros tipos de estructuras (2), será necesario identificar en las mismas aquellos
5 puntos que puedan considerarse para la referencia fija.

Adicionalmente, se prefiere que el elemento de diana (1.1) esté fijado a un cable soporte (3), el cual, se encuentra anclado a dos de los puntos fijos (p1, p2) de la estructura (2). El cable soporte (3) se postesa entre los puntos fijos (p1, p2) mediante
10 las técnicas habituales de postesado para dicho cable soporte (3), en función de las características del material del que se conforma. Preferiblemente, los elementos de diana (1.1) serán de reducidas dimensiones y estarán solidariamente unidos al cable soporte (3), de tal forma que no se produzcan movimientos relativos entre dichos elementos de diana (1.1) y el cable soporte (3), materializándose así, que dichos
15 elementos de diana (1.1) constituyan la referencia fija del conjunto de medición (1).

Por su parte, se dispondrán tantos transductores de desplazamiento láser (1.2) como elementos de diana (1.1), estos últimos, permiten materializar el punto de impacto del láser para llevar a cabo la medida de la variación de la distancia que separa a dichos
20 elementos (1.1, 1.2).

Preferiblemente, cada transductor de desplazamiento láser (1.2) está fijado a un punto móvil (p3) de la estructura (2), por ejemplo, podrían fijarse sobre puntos del tablero del puente que no correspondan a secciones de encima de los apoyos (2.1, 2.2) de la
25 estructura (2), de tal forma que con dicho transductor de desplazamiento láser (1.2) puede medirse la variación de distancia del punto móvil (p3) respecto al correspondiente elemento de diana (1.1). Con ello, se materializa que los transductores de desplazamiento láser (1.2) conformen la referencia móvil del conjunto de medición (1).

30 Así, sobre el cable soporte (3) estarán fijados tantos elementos de diana (1.1) como transductores de desplazamiento láser (1.2) estén fijados en puntos móviles (p3) de la estructura (2), o lo que es lo mismo, tantos como puntos de medición se pretendan incluir en dicha estructura (2).

35

Además, la línea imaginaria (i) que une cada transductor de desplazamiento láser (1.2) con su respectivo elemento de diana (1.1) debe ser paralela a la dirección en la que se pretende medir el movimiento del punto móvil (p3) de la estructura (2) a monitorizar, siendo por tanto todas las líneas imaginarias (i) que unen los transductores láser (1.2) con sus elementos de diana (1.1) que conforman el conjunto de medición (1) sustancialmente paralelas.

Así, cuando los puntos móviles (p3) de la estructura (2) experimenten un movimiento, sus transductores de desplazamiento láser (1.2) se desplazarán solidariamente con dichos puntos (p3), mientras que los elementos de diana (1.1) permanecen inmóviles en su posición, midiendo así, cada transductor (1.2), la variación de distancia existente desde su posición hasta su respectivo elemento de diana (1.1). Entonces, el movimiento de cada punto móvil (p3) de la estructura (2) que se pretende monitorizar, en un determinado periodo de tiempo " Δt ", se define como la diferencia entre la distancia existente entre el transductor de desplazamiento láser (1.2) y el correspondiente elemento de diana (1.1) censada antes de iniciarse el periodo de tiempo " Δt ", y la distancia existente entre dichos elementos (1.1, 1.2) censada al final de dicho periodo de tiempo " Δt ".

Por tanto, en una estructura (2), pueden disponerse tantos cables soporte (3) como se desee, siempre que existan un número suficiente de puntos fijos (p1, p2) sobre los que se puedan anclar dichos cables soporte (3), así como, colocar en cada uno de dichos cables soporte (3) tantos elementos de diana (1.1) como puntos móviles (p3) de la estructura (2) se deseen monitorizar.

Adicionalmente, el sistema para la medida y monitorización de movimientos puede comprender un conjunto auxiliar de medición (4), en caso de que sea esperable la ocurrencia de movimientos de los puntos fijos (p1, p2), a los que está fijado el cable soporte (3), en la dirección del eje longitudinal (e) de la estructura (2).

Por ejemplo, en la realización mostrada en la figura 2, el sistema para la medida y monitorización de movimientos comprende dos conjuntos de medición (1A, 1B) y un conjunto auxiliar de medición (4) de distancia entre los puntos fijos (p1, p2) de unos extremos (e1, e2) de dichos conjuntos de medición (1A, 1B).

Preferiblemente, el conjunto auxiliar de medición (4), igualmente, incluye un elemento de diana (4.1) y un transductor de desplazamiento láser (4.2) apuntado hacia dicho elemento de diana (4.1), donde, el transductor de desplazamiento láser (4.2) está adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana (4.1) generadas por movimientos horizontales en la estructura (2), es decir, en la dirección de su eje longitudinal (e).

Así mismo, se prefiere que el elemento de diana (4.1) y el transductor de desplazamiento láser (4.2) del conjunto auxiliar de medición (4) sean iguales a los elementos de diana (1.1) y los transductores de desplazamiento láser (1.2) del conjunto de medición (1).

Sin embargo, en el caso del conjunto auxiliar de medición (4), se prefiere que la referencia fija sea su transductor de desplazamiento láser (4.2), y la referencia móvil, sea su elemento de diana (4.1).

Para ello, se prefiere que el elemento de diana (4.1) del conjunto auxiliar de medición (4) esté fijado a un segundo cable soporte (5), en este caso, postesado entre dos puntos fijos (p1, p2) de la estructura (2), y el transductor de desplazamiento láser (4.2) del conjunto auxiliar de medición (4) esté fijado a un punto fijo intermedio (p4) de encima de un apoyo intermedio (2.2) que está dispuesto entre los apoyos (2.1) de la estructura (2).

Igualmente, se prefiere que la línea imaginaria (i) que une el transductor de desplazamiento láser (4.2) con su respectivo elemento de diana (4.1) del conjunto auxiliar de medición (4) sea sustancialmente paralela a las líneas imaginarias (i) que unen los transductores láser (1.2) con sus elementos de diana (1.1) que conforman el o los conjuntos de medición (1). Dado que el transductor de desplazamiento láser (4.2) del conjunto auxiliar de medición (4) está dispuesto sobre el punto fijo intermedio (p4), las variaciones de la distancia entre el transductor de desplazamiento láser (4.2) y el elemento de diana (4.1) serán exclusivamente debidas a variaciones de distancia, acortamiento o alargamiento, entre los puntos fijos (p1, p2) a los que se encuentra anclado el segundo cable soporte (5).

Entonces, de modo similar al caso de los puntos móviles (p3), los movimientos de los puntos fijos (p1, p2) de la estructura (2) entre los que se encuentra postesado el segundo cable soporte (5) que se pretenden monitorizar, en un determinado periodo de tiempo " Δt ", se define como la diferencia entre la distancia existente entre el transductor de desplazamiento láser (4.2) y el elemento de diana (4.1) censada antes
 5 de iniciarse el periodo de tiempo " Δt ", y la distancia existente entre dichos elementos (4.1, 4.2) censada al final de dicho periodo de tiempo " Δt ".

Asumiendo la hipótesis de que los acortamientos o alargamientos entre los puntos fijos
 10 (p1, p2) de anclaje de cada uno de los cables soportes (3, 5) empleados son proporcionales a la distancia que los separa en todos los casos, lo cual, es razonable en estructuras de obra civil, existe una relación biunívoca entre la variación de distancia medida por el conjunto auxiliar de medición (4) y el impacto que dicha variación de distancia, acortamiento o alargamiento, entre los puntos fijos (p1, p2) de
 15 los cables soporte (3) de los conjuntos de medición (1) tiene en la medida de la variación de distancia entre los transductores de desplazamiento láser (1.2) y sus respectivos elementos de diana (1.1). En consecuencia, el conjunto auxiliar de medición (4) sirve para poder descontar el efecto de la variación de distancia, acortamiento o alargamiento, entre los dos puntos fijos (p1, p2) a los que se ancla
 20 cada cable soporte (3) de los conjuntos de medición (1), según el eje longitudinal (e) que los une, en la medida de la variación de distancia entre cada transductor de desplazamiento láser (1.2) y su elemento de diana (1.1).

Como muestra en la figura 3, se prefiere que cada transductor de desplazamiento
 25 láser (1.2, 4.2) esté conectado a unos medios registradores de datos (6), estos últimos, adaptados para recoger y almacenar las variaciones de distancias medidas por cada transductor de desplazamiento láser (1.2, 4.2).

Igualmente, se prefiere que los medios registradores de datos (6) estén conectados a
 30 unos medios automatizados de procesamiento de datos (7), por ejemplo, un ordenador personal, a través de los cuales puede realizarse, de forma automática, el post-procesado de las mediciones obtenidas.

De este modo, cada transductor de desplazamiento láser (1.2, 4.2) proporciona a los
 35 medios registradores de datos (6), en tiempo real, la medida de distancia existente

entre ellos y el correspondiente elemento de diana (1.1, 4.1), para luego, llevar a cabo el post-procesado de dichas medidas en los medios automáticos de procesamiento de datos (7).

- 5 En los medios automáticos de procesamiento de datos (7), se determina la magnitud del movimiento experimentado por cada punto móvil (p3) de la estructura (2) que se monitoriza en un determinado periodo de tiempo " Δt ", lo cual, como se ha comentado anteriormente, consiste en hallar la diferencia entre la distancia existente entre el transductor de desplazamiento láser (1.2) correspondiente y su elemento de diana
10 (1.1) censada antes de iniciarse el periodo de tiempo " Δt ", y la distancia existente entre dichos elementos (1.1, 1.2) censada al final del periodo de tiempo " Δt ".

- En caso de emplearse un conjunto auxiliar de medición (4), pues es esperable que puedan existir movimientos relevantes de los puntos fijos (p1, p2), adicionalmente, los
15 medios automáticos de procesamiento de datos (7) tienen en cuenta el efecto de la variación de distancia, acortamiento o alargamiento, entre los puntos fijos (p1, p2) en la medición de distancia entre cada transductor de desplazamiento láser (1.2) y su elemento de diana (1.1) que le ha sido facilitada para el periodo de tiempo " Δt ". Como fue comentado anteriormente, la variación de distancia experimentada por los puntos
20 fijos (p1, p2) se determina hallando la diferencia entre la distancia existente entre el transductor de desplazamiento láser (4.2) y el elemento de diana (4.1) del conjunto auxiliar de medición (4) censada antes de iniciarse el periodo de tiempo " Δt ", y la distancia existente entre dichos elementos (4.1, 4.2) censada al final de dicho periodo de tiempo " Δt ". El valor hallado de dicha variación de distancia entre los puntos fijos
25 (p1, p2) es descontado de las medidas de distancia facilitadas por cada transductor de desplazamiento láser (1.2) para el periodo de tiempo " Δt ", a la hora de determinar la magnitud del movimiento experimentado por cada punto móvil (p3) de la estructura (2).

- En cualquier caso, automáticamente, se logra conocer cuánto se desplazó cada punto
30 móvil (p3) de la estructura (2) en el periodo de tiempo " Δt " monitorizado.

REIVINDICACIONES

1. -Sistema para la medida y monitorización de movimientos en estructuras, que comprende al menos un conjunto de medición (1) de distancia entre una referencia fija y una referencia móvil, cada conjunto de medición (1) incluye al menos un elemento de diana (1.1) como referencia fija y un transductor de desplazamiento láser (1.2) como referencia móvil apuntado hacia dicho elemento de diana (1.1), dispuestos sobre la estructura (2) que se va a monitorizar, el transductor de desplazamiento láser (1.2) está adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana (1.1) generadas por movimientos verticales en una estructura (2), **caracterizado por** que el sistema comprende un conjunto auxiliar de medición (4) de distancia entre dos puntos fijos (p1, p2) de la estructura (2), que incluye un elemento diana (4.1) y un transductor de desplazamiento láser (4.2) apuntado hacia dicho elemento de diana (4.1), dispuestos sobre la estructura que se va a monitorizar, donde, el transductor de desplazamiento láser (4.2) está adaptado para medir variaciones de distancia respecto al correspondiente elemento de diana (4.1) generadas por movimientos horizontales en la dirección del eje longitudinal de la estructura (2) que se va a monitorizar.
2. -Sistema según la reivindicación 1, que comprende al menos dos conjuntos de medición (1) y un conjunto auxiliar de medición (4) extendido entre los puntos fijos (p1, p2) de unos extremos (e1, e2) de dichos conjuntos de medición (1), en el que el elemento diana (1.1) está fijado a un cable soporte (3) postesado entre los puntos fijos (p1, p2) y el transductor de desplazamiento láser (1.2) está fijado a un punto móvil (p3) de la estructura (2), de tal forma que con dicho traductor de desplazamiento láser (1.2) puede medirse la variación de distancia del punto móvil (p3) respecto al correspondiente elemento de diana (1.1) de la estructura (2).

3. -Sistema según las reivindicaciones 2, en el que el elemento de diana (4.1) del conjunto auxiliar de medición (4) está fijado a un segundo cable soporte (5) postesado entre dos puntos fijos (p1, p2) de la estructura (2), y el transductor de desplazamiento láser (4.2) del conjunto auxiliar de medición (4) está fijado a un punto fijo intermedio (p4) de encima de un apoyo intermedio (2.2) que está dispuesto entre los apoyos (2.1) de la estructura (2).
4. -Sistema según las reivindicaciones 3, en el que cada transductor de desplazamiento láser (1.2, 4.2) está conectado a unos medios registradores de datos (6) adaptados para recoger y almacenar las variaciones de distancias medidas por cada transductor de desplazamiento láser (1.2, 4.2).
5. -Sistema según la reivindicación 4, en el que los medios registradores de datos (6) están conectados a unos medios automatizados de procesamiento de datos (7).
6. -Sistema según la reivindicación 5, en el que los medios automatizados de procesamiento de datos (7) son un ordenador personal.

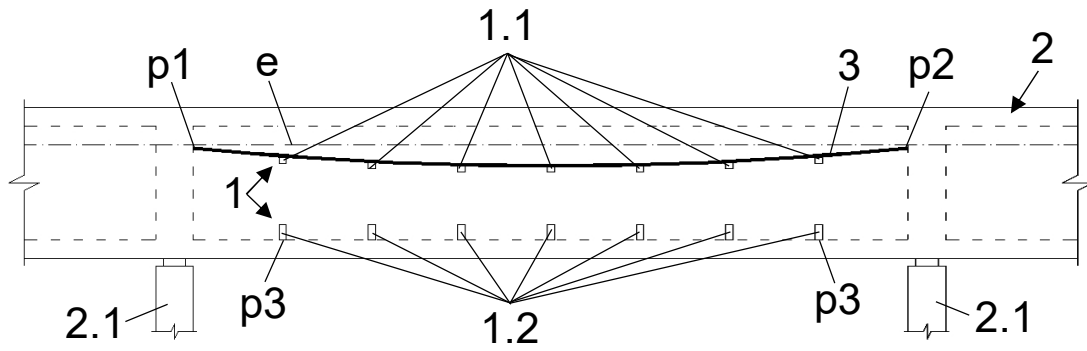


Fig.1

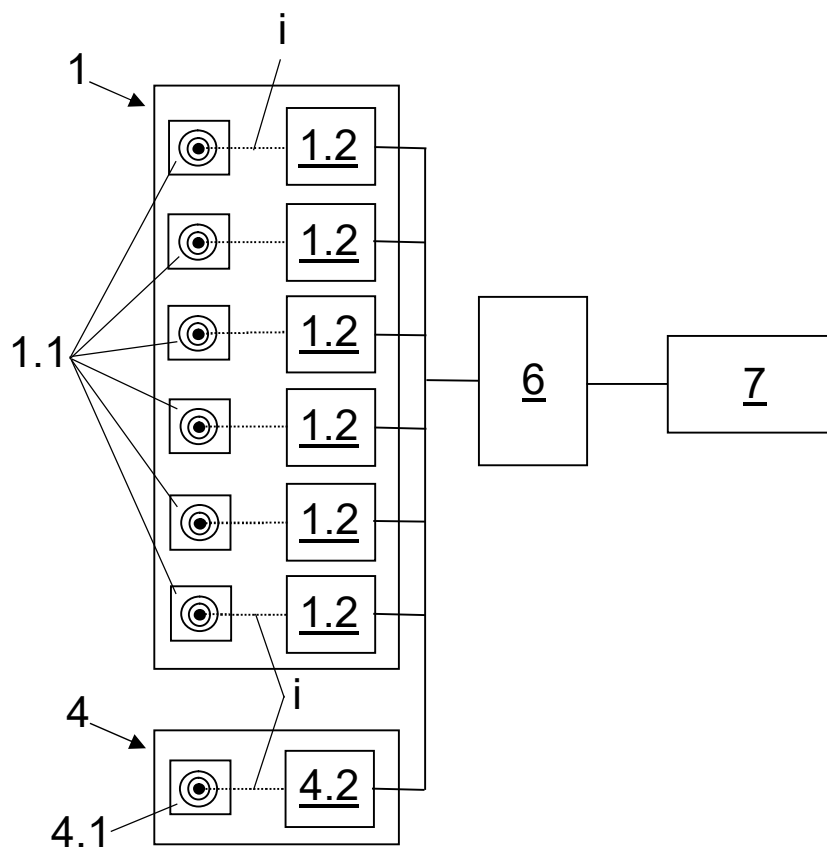


Fig.3

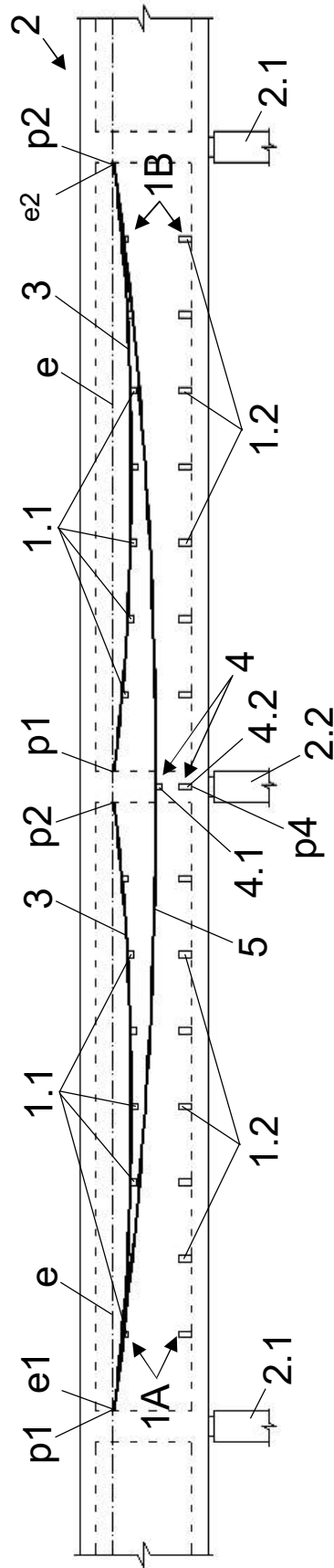


Fig.2