

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 743**

51 Int. Cl.:

F16L 51/04 (2006.01)

H02G 15/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2011** **E 11306411 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014** **EP 2589849**

54 Título: **Dispositivo para la compensación de variaciones de longitud en cables superconductores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2014

73 Titular/es:

NEXANS (100.0%)
8, rue du Général Foy
75008 Paris, FR

72 Inventor/es:

DR. STEMMLE, MARK y
DR. MARZAHN, ERIK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 445 743 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

Dispositivo para la compensación de variaciones de longitud en cables superconductores

El presente invento se refiere a un dispositivo para la compensación y/o el control del movimiento de un cable que presenta un criostato a refrigerar en su contracción o expansión térmica, así como a un procedimiento para el control del movimiento del criostato en su contracción o expansión empleando el dispositivo.

El dispositivo es especialmente apropiado para controlar el movimiento que se produce en caso de expansión o contracción de un criostato y evitar o absorber fuerzas que cargan axialmente el criostato y evita preferentemente fuerzas que se presentan en el atemperado del criostato entre éste y un alma de cable dispuesta en él.

El criostato presenta preferentemente dos tubos de acero ondulados dispuestos concéntricos, que forman entre sí un espacio intermedio anular, que presenta un aislamiento por vacío. El dispositivo permite que los extremos de un alma de cable, que está dispuesta a lo largo del criostato, estén fijados estacionarios respectivamente en los extremos del criostato

El dispositivo según el invento puede presentar por lo menos un cable con un criostato que contiene por lo menos un alma de cable, opcionalmente dos o más criostatos dispuestos en esencia paralelos, que por ejemplo contienen respectivamente un alma de cable superconductora unipolar o multipolar.

El procedimiento según el invento prevé que el criostato mediante llenado de su volumen interior, que se extiende desde el interior de sus paredes interiores concéntricas, sea refrigerado con refrigerante desde la temperatura ambiente a la temperatura del refrigerante y opcionalmente mediante evacuación del refrigerante sea atemperado desde la temperatura del refrigerante a la temperatura ambiente. Como refrigerante es preferido especialmente nitrógeno líquido, y menos preferido helio líquido.

Estado de la Técnica

El documento EP 1617537 describe un cable superconductor, en el cual el alma de cable superconductora está unida permanentemente en cada caso con un conductor normal, que es desplazable longitudinalmente por una pieza de terminal.

El documento EP 1480231 describe la producción de una sobrelongitud del alma de cable superconductora en un criostato mediante unión de los extremos del alma de cable con el criostato en estado arrollado.

Objeto del invento

El objeto del invento consiste en la puesta a disposición de un dispositivo o un procedimiento alternativos para el control del movimiento del criostato en su atemperado, en particular a la temperatura del refrigerante. Un objeto preferido consiste en la puesta a disposición de un dispositivo que absorba el movimiento durante el llenado de un refrigerante en los criostatos de manera que no sea necesaria una compensación adicional de un movimiento relativo entre alma de cable y criostato, sino que el alma de cable pueda ser fijada estacionaria por lo menos en extremos de terminal del criostato.

Descripción General del Invento

El invento resuelve el problema con las características de las reivindicaciones, en particular con un dispositivo para la guía de un criostato para el empleo para la compensación de la contracción térmica, en particular de un criostato, que contiene a lo largo de su volumen interior un alma de cable con un superconductor, que particularmente de preferencia está fijada estacionaria respectivamente en los extremos del criostato, presentando el criostato en una sección un desarrollo curvado y estando guiado móvil en esa sección por medio del dispositivo en esencia de modo exclusivo perpendicularmente a su eje longitudinal. El criostato está unido con el dispositivo por medio de una sujeción.

Preferentemente el criostato en su sección de desarrollo curvado presenta un manguito que está fijado en la sujeción. Opcionalmente un manguito puede formar secciones cilíndricas de las paredes concéntricas del criostato, mientras que las secciones contiguas del criostato presentan paredes anulares o helicoidales onduladas. De preferencia el alma de cable en la zona del manguito está sujeta al criostato o al manguito, de manera que el alma de cable en la zona del manguito está fijada contra un movimiento a lo largo del eje longitudinal del criostato. En particular en esta forma de realización un movimiento relativo del alma de cable dentro del criostato es minimizado de modo especialmente efectivo, mientras que los movimientos del criostato que se producen en la contracción son absorbidos por el dispositivo.

El dispositivo se distingue por una sujeción en la cual está fijado el criostato y la sujeción está guiada móvil en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato, en particular en la sección del criostato con desarrollo curvado está guiada móvil en esencia de modo exclusivo radialmente con respecto al desarrollo curvado. En una forma de realización preferida el criostato está guiado móvil por medio de la sujeción en esencia de modo exclusivo perpendicularmente a su eje longitudinal porque la sujeción de la instalación de guía está guiada en por lo menos un raíl, preferentemente en dos raíles paralelos, que se desarrollan perpendiculares al eje longitudinal del criostato, o en estado

expandido del criostato, en particular cuando el criostato está libre de refrigerante, se desarrollan radialmente con respecto a su sección de desarrollo curvado.

Alternativamente el dispositivo presenta un brazo, móvil en esencia exclusivamente en un plano perpendicular al eje longitudinal del criostato, y que en particular de modo exclusivo es móvil linealmente. Un brazo semejante puede presentar por ejemplo una articulación acodada, una rejilla de pantógrafo y/o una instalación de transposición en paralelo o componerse de ellas, cuyos ejes de giro preferentemente están dispuestos paralelos al eje longitudinal del criostato y/o tangenciales al desarrollo curvado del criostato. Un brazo semejante está apoyado estacionario, por ejemplo en su extremo opuesto a la sujeción. El apoyo estacionario del brazo puede estar dispuesto por encima, por debajo, lateralmente o en un ángulo con respecto a la vertical al criostato, estando preferentemente también el apoyo estacionario del brazo un eje de giro dispuesto paralelamente al eje longitudinal del criostato o tangencialmente al desarrollo curvado del criostato. Preferentemente el dispositivo presenta por lo menos dos brazos paralelos, cuyos ejes de giro pueden estar dispuestos coaxiales. Alternativamente por lo menos dos ejes pueden extenderse en planos paralelos desde la sujeción, por ejemplo pueden estar dispuestos en un ángulo uno con otro, por ejemplo estar dispuestos en forma de V u opuestos uno a otro con respecto a la sujeción.

La instalación según el invento del dispositivo para la guía del criostato en su sección que se desarrolla curvada en esencia de modo exclusivo perpendicularmente a su eje longitudinal, o radial al desarrollo curvado, efectúa en el movimiento del criostato por contracción o expansión térmica en su eje longitudinal una guía controlada del movimiento del criostato, que por una parte permite una sobrelongitud del criostato a temperatura ambiente en comparación a su longitud en estado contraído tras el llenado del refrigerante, y evita y/o absorbe fuerzas axiales, que se desarrollan a lo largo del criostato y/o a lo largo de un alma de cable dispuesta en él. El dispositivo presenta además la ventaja de con una construcción relativamente sencilla realizar una reducción o evitación fiable de fuerzas que actúan a lo largo del criostato o del alma de cable en caso de contracción o expansión térmica mediante la capacidad de desplazamiento guiado, en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato o radial al desarrollo curvado del criostato, de la sujeción, en la cual está fijado el criostato y allí está asegurado en particular contra movimiento axial.

En el procedimiento según el invento el criostato, en el cual preferentemente está contenida un alma de cable superconductora cuyos extremos están unidos asegurados contra el desplazamiento axial con los extremos del criostato, está fijado estacionario en la sujeción del dispositivo, estando la sujeción guiada móvil en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato. La sujeción preferentemente está guiada móvil en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato porque está guiada desplazable en raíles dispuestos perpendiculares al eje longitudinal del criostato, por ejemplo con ruedas, cuyos ejes de giro están dispuestos en esencia paralelos al eje longitudinal del criostato. En caso de contracción o expansión del criostato a lo largo de su eje longitudinal, que se produce en el llenado del refrigerante en el volumen interior del criostato, o en el calentamiento del criostato desde la temperatura del refrigerante a la temperatura ambiente, la sección del criostato fijada en la sujeción guiada se mueve en esencia de modo exclusivo perpendicularmente a su eje longitudinal, de manera que las fuerzas que actúan a lo largo del criostato se reducen o en esencia se evitan, siendo las fuerzas que actúan preferentemente a lo largo del criostato absorbidas por el dispositivo.

El empleo del dispositivo preferido, en el cual la sujeción está guiada móvil por medio de ruedas en raíles dispuestos en esencia perpendicularmente al eje longitudinal del criostato o radialmente al desarrollo curvado del criostato, en caso de contracción o expansión del criostato la sujeción se mueve relativamente a lo largo de los raíles. En las formas de realización alternativas la sujeción se mueve en esencia perpendicularmente al eje longitudinal del criostato por giro de los miembros articulados unos con otros de un brazo móvil en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato, de manera que la sujeción por ejemplo es hecha girar paralelamente o es desplazada en un plano paralelamente al eje longitudinal del criostato.

La instalación de guía está adaptada preferentemente al guiado lineal de la sujeción perpendicularmente al eje longitudinal del criostato o radialmente al desarrollo curvado del criostato, y opcionalmente al guiado de la sujeción a lo largo de una línea orientada horizontal o verticalmente, o en una línea inclinada con respecto a la horizontal, por ejemplo de 10 a 80° con respecto a la horizontal. En la forma de realización en la cual la instalación de guía del dispositivo presenta raíles para la guía de la sujeción, la sujeción puede estar dispuesta por encima o por debajo de los raíles, estando apoyadas en la sujeción ruedas guiadas en los raíles, mientras que los raíles están dispuestos estacionarios, o los raíles están fijados en la sujeción, mientras que las ruedas guiadas en los raíles están dispuestas estacionarias. Correspondientemente las ruedas guiadas en los raíles pueden estar apoyadas en la sujeción y estar guiadas sobre raíles dispuestos por debajo de las ruedas, o estar guiadas suspendidas en raíles dispuestos por encima. Opcionalmente los raíles pueden ser cóncavos o convexos, por ejemplo curvados sobre un eje central paralelo al eje longitudinal del criostato, preferentemente los raíles se desarrollan en un plano.

Preferentemente la instalación de guía presenta dos raíles paralelos, en los cuales está guiada la sujeción.

Descripción Detallada del Invento

El invento se describe ahora más detalladamente con ayuda de las Figuras, que esquemáticamente muestran en:

- La Figura 1 una forma de realización preferida del dispositivo antes del llenado de refrigerante en el volumen interior del criostato,
- la Figura 2 la forma de realización de la Figura 1 en el estado con refrigerante llenado,
- la Figura 3 una forma de realización con tres criostatos que se desarrollan paralelos antes del llenado de un refrigerante,
- la Figura 4 la forma de realización de la Figura 3 tras el llenado del refrigerante,
- la Figura 5 una forma de realización de un brazo para la guía del criostato,
- la Figura 6 otra forma de realización de un brazo para la guía del criostato y
- la Figura 7 otra forma de realización de un brazo para la guía del criostato.

En las Figuras números de referencia iguales designan elementos funcionalmente iguales.

La Figura 1 muestra un criostato de un cable superconductor, que en su volumen interior contiene un alma de cable superconductora. El criostato 1 está dispuesto en una sección de desarrollo curvado, en la cual una sujeción 2 está fijada en el criostato 1. Según la forma de realización preferida el criostato 1 en la zona de la sujeción 2 presenta un manguito 3, que opcionalmente presenta paredes cilíndricas, que siguen a las paredes onduladas concéntricas del criostato 1. La sujeción 2 está guiada móvil sobre dos raíles 4 paralelos uno a otro dispuestos perpendicularmente al eje longitudinal del criostato 1.

La Figura 1 muestra el estado del dispositivo en el cual el criostato 1 todavía no está provisto de refrigerante, de manera que el criostato 1 todavía está a temperatura ambiente. Este estado es designado también como estado expandido, mientras que en la Figura 2 está mostrado el estado del criostato que se presenta tras el llenado de refrigerante. La contracción del criostato 1 a lo largo de su eje longitudinal es transformada mediante la unión de la sujeción 2 con el criostato 1 mediante la guía de la sujeción 2 a lo largo de los raíles 4 en un movimiento de la sujeción 2 en esencia dirigido perpendicularmente al eje longitudinal del criostato 1, de manera que el criostato 1 en estado contraído toma la posición mostrada en línea de trazos. Los raíles 4 pueden estar dispuestos horizontal o verticalmente.

La forma de realización mostrada en las Figuras 1 y 2 es especialmente apropiada para cables superconductores en los cuales en el criostato 1 están dispuestos por lo menos dos conductores de fase, especialmente dos o tres conductores de fase, que a elección están contenidos sobre almas de cable dispuestas en paralelo o cableadas con paso largo dentro del criostato 1, o, por ejemplo, están contenidos concéntricos sobre un alma de cable común.

Las Figuras 3 y 4 muestran el dispositivo para tres criostatos 1 que se desarrollan en esencia paralelos, que por ejemplo contienen en cada caso un alma de cable superconductora monofásica. Los criostatos 1 están fijados en cada caso en una sujeción 2, en particular en una sección en la cual están dispuestos en un desarrollo curvado y presentan respectivamente un manguito 3. Cada una de las sujeciones 2 está guiada móvil en raíles 4 que se desarrollan en esencia perpendiculares al eje longitudinal del criostato 1, o radiales al desarrollo curvado del criostato 1.

La Figura 3 muestra el estado de los criostatos 1 antes del llenado de un refrigerante, de manera que los criostatos 1 están en un estado expandido y configuran un desarrollo curvado con radio mayor que en el estado mostrado en la Figura 4, en el cual tras el llenado de refrigerante están en un estado contraído. La Figura 4 muestra que la sujeción 2 está desplazada sobre los raíles 4 en esencia perpendicularmente al eje longitudinal de los criostatos.

Las Figuras 5 a 7 muestran formas de realización generales del dispositivo, en las cuales el movimiento del criostato está guiado en esencia de modo exclusivo perpendicularmente a su eje longitudinal mediante un brazo, cuyos elementos de brazo 5 articulados unos a otros están dispuestos en ejes de giro 6, que están situados paralelos al eje longitudinal del criostato 1. Preferentemente el criostato también en esta forma de realización en la zona de la sujeción 2, que está fijada en el brazo, presenta un manguito 3, como también está descrito con referencia a la preferida guía de raíles del criostato 1. Un brazo semejante está apoyado en un apoyo estacionario 7, que como está representado está dispuesto lateralmente al criostato, es decir, fuera de la vertical que pasa por el criostato. Alternativamente el apoyo estacionario 7 puede estar dispuesto por encima y/o por debajo del criostato, es decir, sobre la perpendicular que pasa por el criostato. Opcionalmente por lo menos un brazo se extiende radialmente respecto al desarrollo curvado del criostato 1, por ejemplo desde el radio exterior o desde el lado interior del desarrollo curvado, o el dispositivo presenta dos brazos en planos paralelos o en un plano común, que se extienden en forma de V o mutuamente opuestos radialmente desde el desarrollo curvado, es decir, un brazo desde el radio exterior del desarrollo curvado y un brazo desde el lado interior del desarrollo curvado. El eje de giro del apoyo estacionario 7 está situado preferentemente paralelo a los ejes de giro 6 de los elementos de brazo 5, o paralelo al eje longitudinal del criostato 1.

La Figura 5 muestra una sencilla realización de un brazo con elementos de brazo 5 en forma de una articulación acodada articulada estacionaria, cuyos ejes de giro 6 son todos paralelos al eje longitudinal del manguito 3 dispuesto en la sujeción 2.

La Figura 6 muestra como brazo una rejilla de pantógrafo configurada de elementos de brazo 5 y la Figura 7 muestra una guía de paralelogramo configurada de elementos de brazo 5, que en un extremo están articulados estacionarios en un apoyo estacionario 7 y en el extremo opuesto presentan la sujeción 2, en la cual está fijado el manguito 3.

- 5 Las Figuras hacen evidente que el dispositivo según el invento es apropiado para controlar el movimiento del criostato 1 producido por contracción o expansión térmica, debido a que el criostato 1 por medio de una sujeción 2, que es transformada por la instalación de guía del dispositivo en esencia en un movimiento en esencia dirigido de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato 1 y preferentemente una carga o movimiento a lo largo del criostato 1 son evitados o absorbidos. Según la forma de realización preferida la instalación de guía está configurada como por lo menos un raíl 4, que en esencia está dispuesto perpendicular al eje longitudinal del criostato 1, estando una sujeción 2 guiada desplazable longitudinalmente en el raíl 4, mientras que el criostato 1 está fijado en la sujeción 2, en particular está asegurado en la sujeción 2 contra un desplazamiento a lo largo de su eje longitudinal, estando preferentemente un alma de cable dispuesta en el criostato en la zona de un manguito 3, que presenta el criostato en la zona de la sujeción 2, fijada contra desplazamiento longitudinal, en particular en el manguito 3.
- 10

Lista de signos de referencia

- | | | |
|---|---|--------------------|
| | 1 | Criostato |
| | 2 | Sujeción |
| | 3 | Manguito |
| 5 | 4 | Raíl |
| | 5 | Elemento de brazo |
| | 6 | Eje de giro |
| | 7 | Apoyo estacionario |

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la guía de un criostato (1) con una sujeción (2) para el alojamiento del criostato (1) dispuesta en una sección de desarrollo curvado del criostato, **caracterizado por que** la sujeción (2) está guiada móvil perpendicularmente al eje longitudinal del criostato (1).
- 5 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el criostato (1) en su volumen interior presenta un alma de cable con por lo menos un conductor de material superconductor y el alma de cable está fijada en los extremos del criostato (1).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el criostato (1), en la sección en la que está fijado en la sujeción (2), presenta un manguito (3).
- 10 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la sujeción (2) está guiada en por lo menos un raíl (4), que se desarrolla perpendicular al eje longitudinal del criostato (1).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado por que** la sujeción (2) está guiada móvil a lo largo del raíl (4) por medio de por lo menos una rueda.
- 15 6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la rueda está apoyada en la sujeción (2) y el raíl (4) es estacionario, o la rueda es estacionaria y el raíl (4) está fijado en la sujeción (2).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la sujeción (2) está guiada en un brazo móvil en esencia de modo exclusivo en un plano dispuesto perpendicularmente al eje longitudinal del criostato (1).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** los ejes de giro (6, 7) del brazo están dispuestos de modo exclusivo paralelamente al eje longitudinal del criostato.
- 20 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 8, **caracterizado por que** el brazo presenta una o dos instalaciones de giro dispuestas en planos paralelos, que están elegidas del grupo que comprende una articulación acodada, una rejilla de pantógrafo y una guía de paralelogramo
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 9, **caracterizado por que** el alma de cable del criostato (1) está fijada en la zona del manguito (3).
- 25 11. Procedimiento para refrigerar un cable superconductor que presenta un criostato (1) mediante llenado del volumen interior del criostato (1) con refrigerante, presentando el criostato (1) por secciones un desarrollo curvado, **caracterizado por que** el criostato (1) en su sección de desarrollo curvado está fijado en una sujeción (2), que está guiada móvil en esencia de modo exclusivo perpendicularmente al eje longitudinal del criostato (1), moviéndose la sujeción (2) en caso de contracción o expansión térmica sólo guiada perpendicularmente al eje longitudinal del criostato (1).
- 30 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la sujeción (2) se mueve a lo largo de por lo menos un raíl (4), que está dispuesto perpendicular al eje longitudinal del criostato (1).
13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la sujeción (2) gira a lo largo de un brazo articulado, cuyos ejes de giro están dispuestos de modo exclusivo paralelamente al eje longitudinal del criostato (1).
- 35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** los extremos del alma de cable situada en el criostato están fijados estacionarios en los extremos del criostato (1).
15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el criostato en la zona de la sujeción (2) presenta un manguito (3), en el cual está fijada el alma de cable situada en el criostato (1).

Fig. 1

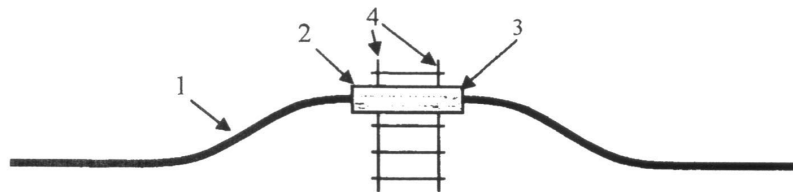


Fig. 2

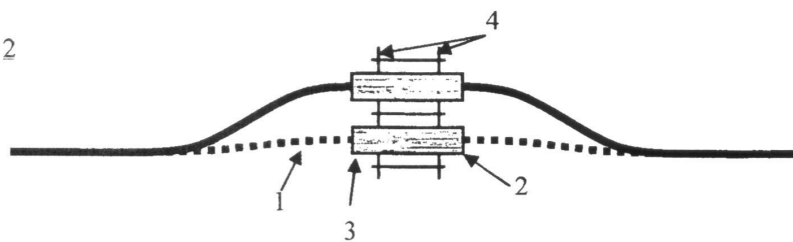


Fig. 3

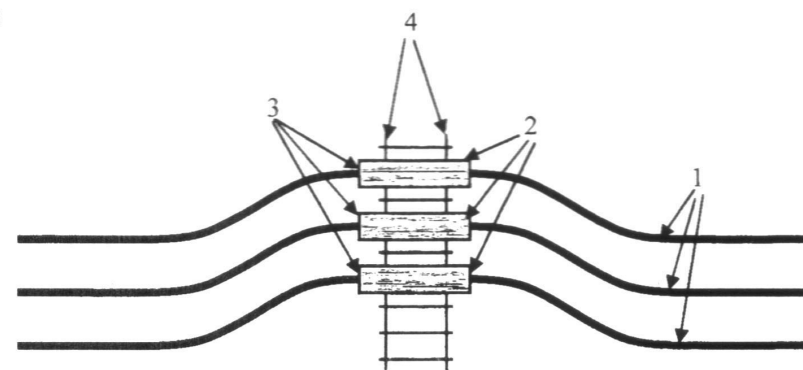


Fig. 4

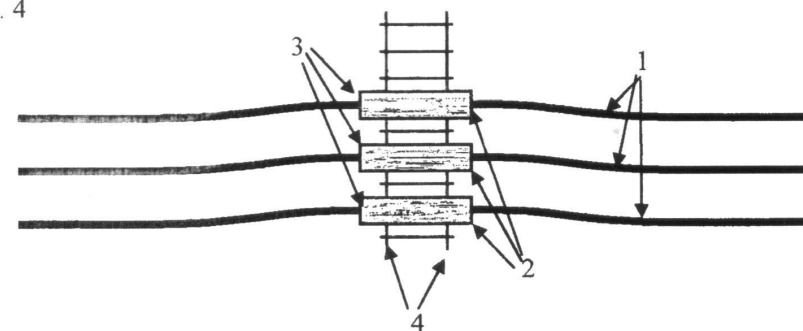


Fig. 5

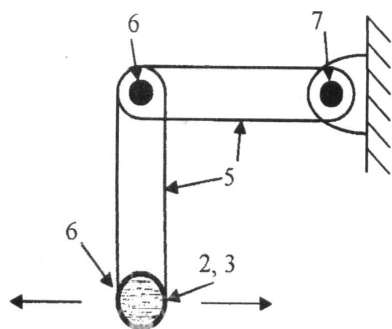


Fig. 6

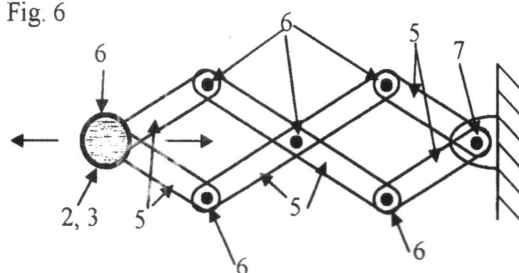


Fig. 7

