

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 924**

51 Int. Cl.:

G01D 1/04 (2006.01)

G01D 5/04 (2006.01)

G06M 1/04 (2006.01)

G01B 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2008 E 08290493 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 1998145**

54 Título: **Microsensor capaz de detectar una variación de distancia o un ciclo de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura en el momento de una sollicitación**

30 Prioridad:

29.05.2007 FR 0703754

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

07.11.2019

73 Titular/es:

**ETAT FRANÇAIS REPRÉSENTÉ PAR LE
DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL POUR L'ARMEMENT
(50.0%)
DGA/DS/SDPA/BPI, Bureau de la Propriété
Intellectuelle, 60 Boulevard du Général Martial
Valin, CS21623
75509 Paris Cedex 15, FR y
SILMACH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LOUVIGNÉ, PIERRE-FRANÇOIS;
MINOTTI, PATRICE;
JOSEPH, ERIC;
HÉLIN, PHILIPPE;
WALTER, VINCENT y
VESCOVO, PAUL**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 729 924 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

Microsensor capaz de detectar una variación de distancia o un ciclo de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura en el momento de una sollicitación

5

[0001] La presente invención se refiere al campo de los microsensors y tiene más particularmente como objeto un microsensor capaz de detectar y, preferiblemente también de contar, el número de ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura sometida a una acción exterior repetida, por ejemplo ciclos de temperaturas o de tensiones mecánicas como, por ejemplo, el número de pasos de vehículos sobre un

10

[0002] En el campo de las infraestructuras viales, como por ejemplo un puente, es importante conocer el número de vehículos que lo han franqueado para determinar su evolución estructural.

15

[0003] Por ello, se conoce la patente FR2875324 que describe un contador de paso de vehículos que comprende principalmente un micrófono dispuesto en una cavidad acústica y conectado a medios de tratamiento de las señales emitidas por el micrófono. De esta forma, dicho dispositivo detecta la señal característica de un vehículo de motor.

20

[0004] Se conocen también otros dispositivos que funcionan con ultrasonidos, sensores de presión o sensores de imágenes y a los que se asocian medios de tratamiento.

[0005] Estos dispositivos presentan varios inconvenientes.

25

[0006] El primero de ellos está relacionado con su vida útil: esta se limita, como máximo, a la vida útil de los medios de alimentación, a saber pilas, es decir, aproximadamente uno o dos años.

30

[0007] El segundo de ellos está relacionado con la imposibilidad de utilizarlos en una seguridad pirotécnica total. De hecho, la presencia de una diferencia de potencial y, por lo tanto, de una corriente eléctrica genera un riesgo de formación de chispas o de cortocircuitos que podrían provocar un incendio o incluso una explosión en presencia de materias detonantes.

35

[0008] El tercero de ellos está relacionado con su sensibilidad a los campos magnéticos debida, particularmente, a la generación de corrientes inducidas en los circuitos eléctricos y al deterioro de los componentes electrónicos resultante.

40

[0009] Asimismo, estos sensores y los medios de tratamiento asociados son de gran tamaño, por lo general de varias decenas de centímetros, lo que los hace muy visibles y explica que sean objeto de actos de vandalismo.

45

[0010] El objetivo de la invención es resolver estos inconvenientes proponiendo un dispositivo de recuento del número de ciclos de sollicitaciones sufridas por una estructura que puede, por ejemplo, corresponder al número de ciclos de temperatura, de sollicitaciones mecánicas en tracción, compresión y/o flexión generadas, por ejemplo, por los pasos de vehículos sobre dicha estructura cuyo tamaño, ventajosamente, no excede los 5 cm en su mayor dimensión y, preferiblemente los 2 cm, y que presenta una vida útil casi ilimitada, y puede utilizarse con seguridad pirotécnica, ya que no presenta sensibilidad a los campos electromagnéticos, y permite un recuento sin errores de este número de ciclos o de pasos.

50

[0011] La solución que se proporciona es, según una primera característica, un sensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección OX de una estructura en particular durante ciclos de temperaturas o de tensiones mecánicas sufridas por dicha estructura, donde este sensor comprende medios de detección y medios de recuento, caracterizado por el hecho que incluye medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, donde estos medios comprenden un soporte que tiene una primera y una segunda parte de las cuales cada una tiene una zona de anclaje, donde estas zonas de anclaje son aptas para fijarse respectivamente a uno y a otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura y están constituidas por picas, muescas y/o escariados y son de menores dimensiones que la primera y la segunda parte, donde los medios de recuento están asociados a cada una de dichas primera y segunda parte del soporte, donde la primera y la segunda parte del soporte están conectadas entre ellas mediante al menos un elemento elástico.

55

[0012] Por reversible, debe entenderse un sensor capaz de detectar un ciclo de variaciones de distancia sin deteriorarse, y por lo tanto capaz de detectar a continuación otro ciclo.

60

[0013] Por medios pasivos, debe entenderse medios que funcionan sin fuente de energía, contrariamente a los medios, denominados activos, que se utilizan en las sollicitudes de patente anteriormente mencionadas y que utilizan una fuente de energía, a saber una alimentación eléctrica.

65

[0014] Según una característica particular, las picas, las muescas y/o los escariados son, según dicha dirección OX, de unas dimensiones menores a las de la primera y la segunda parte.

[0015] Según otra característica, este sensor es un microsensor.

[0016] Según una característica ventajosa, un sensor según la invención incluye al menos una de las características siguientes:

la primera y la segunda parte del soporte están conectadas entre ellas mediante una tercera parte intermedia con forma de U,
los medios de detección y de recuento tienen medios mecánicos de recuento con al menos una primera rueda dentada.

[0017] Según una característica particular, esta primera rueda dentada está dispuesta sobre un primer soporte o sobre una primera parte de un soporte y al menos una viga de accionamiento está unida, en uno de sus extremos, a un segundo soporte o a una segunda parte de dicho soporte e incluye, en su otro extremo, al menos un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada.

[0018] Según otra característica, un microsensor según la invención incluye un dispositivo antirretorno asociado a dicha primera rueda dentada, donde este dispositivo está constituido por una viga unida, en uno de sus extremos, al primer soporte o a la primera parte del soporte y comprende, en su otro extremo, al menos un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada o en láminas que cooperan con una superficie periférica interna de la primera rueda dentada.

[0019] Según otra característica, el dispositivo antirretorno incluye un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada, donde este diente, así como el de la viga de accionamiento y los de dicha rueda dentada, comprenden cada uno una superficie radial y una superficie inclinada que conecta los extremos de la superficie radial de este diente en la base de la superficie radial del diente siguiente.

[0020] Según una característica particular, un microsensor pasivo de detección y de recuento incluye un soporte, principalmente con forma de U que de esta forma comprende una primera parte y una segunda parte conectadas por una tercera parte que constituye la base de la U, y medios de recuento dispuestos sobre el soporte que comprenden al menos una primera rueda dentada dispuesta sobre una entre la primera o la segunda parte y, por una parte, una viga de accionamiento de dicha rueda dentada fijada, en uno de sus extremos, a la otra entre la primera o la segunda parte y que comprende, en su otro extremo, un diente capaz de constituir un engranaje con los dientes de la primera rueda dentada y, por otra parte, un dispositivo antirretorno de la primera rueda dentada y de tal manera que la aproximación de la primera y la segunda parte produce un accionamiento de la rueda dentada por parte del diente de la viga de accionamiento mientras que el alejamiento de estas dos partes produce una retención de la rueda dentada por parte del dispositivo antirretorno y una retracción del diente de la viga de accionamiento sobre un diente de la primera rueda dentada.

[0021] Según otra característica, un microsensor según la invención incluye medios aptos para limitar el desplazamiento de la viga de accionamiento, por ejemplo constituidos por topes de retención.

[0022] Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la descripción de varias variantes de realización de la invención y en relación con las figuras anexas, entre las cuales:

la figura 1 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor según una primera variante de realización de la invención,

la figura 2 muestra un esquema de la otra cara principal del soporte de un microsensor, así como los medios de recuento según esta variante de realización,

la figura 3 presenta un esquema simplificado de una sección según el plano AA' de la figura 1,

la figura 4 muestra más precisamente los medios de recuento en esta forma de realización de la invención,

la figura 5 presenta las deformaciones sufridas por un sensor según esta forma de realización de la invención cuando la estructura, sobre la cual está fijado, se somete a una sollicitación,

la figura 6 muestra más particularmente unos medios de recuento según una segunda forma de realización de la invención,

la figura 7 presenta un esquema que explicita el modo de funcionamiento de esta segunda forma de realización de la invención,

la figura 8 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor según una tercera variante de realización de la invención,

5 la figura 9 muestra un esquema de la otra cara principal del soporte de un microsensor así como medios de recuento según esta variante de realización,

la figura 10 presenta un esquema simplificado de una parte de los medios de recuento y de un dispositivo antirretorno y que comprende particularmente una primera rueda de recuento,

10 la figura 11 muestra un esquema del soporte según la figura 2 pero sin los medios de recuento,

la figura 12 presenta un esquema de la parte intermedia de la viga de accionamiento,

15 la figura 13 muestra un esquema de un segunda rueda de recuento de los medios de recuento,

la figura 14 presenta un esquema de los medios de numeración de una primera rueda de recuento en el marco de esta variante de realización,

20 las figuras 15a y 15b muestran un esquema de los medios de numeración de una segunda rueda de recuento en el marco de esta variante de realización,

la figura 16 presenta un ejemplo de posicionamiento de un microsensor según esta variante de realización sobre una estructura capaz de flexionarse,

25 las figuras 17a y 17b presentan el principio de funcionamiento del microsensor según la invención,

las figuras 18a a 18e muestran esquemas de diferentes posicionamientos sucesivos de los dientes de accionamiento y antirretorno con respecto a los de la primera rueda de recuento en el momento de la detección del paso de un vehículo sobre la estructura flexionada,

30 la figura 19 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor según una cuarta variante de realización de la invención,

35 la figura 20 presenta los medios de detección y de recuento según esta variante de realización de la invención,

la figura 21 presenta los medios de recuento según esta variante de realización de la invención,

40 la figura 22 muestra una variante de realización de una parte de un microsensor según la figura 19.

[0023] Las figuras 1 a 3 muestran un sensor según una forma de realización y, respectivamente, la cara inferior 7, la cara superior 8 y una vista según la sección AA' de la figura 1.

45 [0024] Este sensor 1 incluye un soporte S que comprende una primera parte 2 en forma de marco y sobre la cual se fija una primera pica 6 destinada a fijarse sobre una estructura 15 sometida a ciclos de deformaciones, particularmente en tracción, en compresión o en flexión, por ejemplo debidos a una sollicitación mecánica y/o térmica.

50 [0025] El soporte S incluye también una segunda parte 3, también llamada lanzadera en lo sucesivo, de forma rectangular y de menores dimensiones que el interior de dicho marco 2. La primera y la segunda parte 2, 3 están unidas la una a la otra por cuatro muelles 4 dispuestos en el espacio libre entre estas dos partes 2, 3 y a la altura de cada uno los cuatro rincones del segunda parte 3. Esta segunda parte 3 incluye también una segunda pica 5 dispuesta, en este ejemplo de realización, en el lado opuesto al montante del marco 2 que soporta la primera pica 6 y destinado también a estar fijado sobre dicha estructura 15.

55 [0026] Las picas 5 y 6 constituyen por lo tanto unas zonas de anclaje del sensor 1 sobre la estructura 15 que se va a vigilar. La superficie interna 14 del marco 2 constituye un tope de retención para la lanzadera 3.

60 [0027] Tal y como se muestra sobre las figuras 2 y 3, la segunda parte 3 incluye, en su superficie superior, un buje 10 cilíndrico unido a tres láminas 12 dispuestas tangencialmente al buje 10 y alrededor de las cuales se coloca una rueda dentada 11.

65 [0028] Tal y como se muestra en la figura 4, esta rueda dentada 11 incluye unos dientes 16 en su superficie periférica externa 17 y una superficie periférica interna 19, preferiblemente rugosa, destinada a cooperar con dichas láminas 12 para formar un dispositivo antirretorno de la rueda dentada 11.

[0029] Al menos una viga de accionamiento 20, denominada viga en lo sucesivo, unida a la primera parte 2 del soporte S incluye un diente 21 a la altura de su extremo libre 22, donde este diente 21 es capaz de formar un engranaje, de tipo trinquete, con los de dicha rueda dentada 11.

5 [0030] En esta figura, la dirección OX indica la dirección de los desplazamientos relativos de la primera parte 2 del soporte con respecto a la segunda parte 3 aptos para ser contados mediante los medios de recuento mientras que la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 11 de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 16 de esta primera rueda dentada 11 incluye una primera superficie radial 23 y una superficie inclinada 24 que conectan el extremo superior 25 de dicha primera superficie radial en la base 26 de la superficie radial del diente siguiente. Según esta misma dirección, el diente 21 unido a la viga de accionamiento 10 20 incluye una superficie inclinada 27 y una superficie radial 28, donde esta última se sitúa enfrente de dicha primera superficie radial 23 de un diente 16 de la primera rueda 11 de recuento.

15 [0031] De este modo, el diente 21 de la viga de accionamiento presenta una cara de accionamiento que entra en contacto con el diente de la rueda de recuento para accionar esta rueda en durante un desplazamiento en un sentido del elemento accionador y una cara de guiado que autoriza el deslizamiento, y por lo tanto la retracción, del elemento accionador sobre el diente de la rueda de recuento durante un desplazamiento en el sentido opuesto al precedente del elemento accionador.

20 [0032] La viga de accionamiento presenta una elasticidad suficiente para permitir la retracción de un diente 16 sin que se produzca un deterioro.

[0033] Tal y como se muestra en la figura 5, cuando dicho sensor se fija mediante sus dos picas 5 y 6 sobre una estructura 15 sometida a una sollicitación que produce una deformación, por ejemplo una elongación solamente 25 en la dirección OX, esta deformación de la estructura generará una variación de la distancia entre las picas 5 y 6, por lo tanto, de sus centros respectivos. Teniendo en cuenta que A y B son los centros respectivos de las picas 5 y 6 en su posición inicial o normal y xA y xB sus coordenadas según el eje Ox. Cuando la estructura 15 se somete a una sollicitación, la distancia entre las picas varía y los puntos A y B se encuentran en las posiciones extremas A' y B', de modo que sus coordenadas son xA' y xB' mientras que las picas vuelven a su posición inicial, o ligeramente diferente, al final de la sollicitación o un cierto tiempo después. 30

[0034] La diferencia en las coordenadas entre la posición inicial y la posición extrema se obtiene mediante la fórmula siguiente: $\Delta x = xA' - xA - (xB' - xB)$
Dibujos disponibles en "Documento original"
35 $\Delta y = 0$ según la hipótesis anterior.

[0035] Esta diferencia de alejamiento entre las picas 5 y 6 provoca una variación de posicionamiento entre la primera y la segunda parte, respectivamente 2 y 3. Dado que la rueda dentada 11 está unida a la segunda parte 3 y que la viga de accionamiento 20, cuyo diente 21 se engrana en la rueda dentada 11, está unida a la primera parte 2 del soporte S, dicha variación de posicionamiento produce un accionamiento de la rueda dentada 11 por parte de la viga de accionamiento 20 en el sentido de la flecha. Dado que, en este ejemplo de realización, el desplazamiento relativo del diente 21 de la viga de accionamiento 20 con respecto a la segunda parte 3 es del orden de magnitud del paso de los dientes 16 de la rueda dentada 11, a saber, una vez y media mayor, la rueda dentada 11 se accionará en rotación por medio del diente 21 de la viga de accionamiento 20, con las caras radiales respectivas 23 y 28 del diente n de la rueda dentada 11 y del diente 21 de la viga de accionamiento 20 en contacto. Al terminar la sollicitación, o un cierto tiempo después, las vigas y, por lo tanto, los soportes correspondientes volverán a su posición inicial pero el dispositivo antirretorno, constituido por láminas 12 y segundos dientes 18 de la rueda dentada 11, impide que la rueda dentada 11 gire en el sentido opuesto al de la flecha mientras que, debido a su elasticidad, la cara inclinada 27 del diente 21 de la viga de accionamiento se desliza sobre la del diente n+1 de la rueda dentada 11 con la que está en contacto hasta superar la cima 25 de este diente, con la cara radial 28 del diente 21 de la viga de accionamiento situada entonces en frente de la cara radial 23 del diente n+1 de la rueda dentada 11. 40 45 50

[0036] Al final de este ciclo, las picas 5 y 6 han vuelto a su posición inicial mientras que la rueda dentada 11 ha girado en un paso de sus dientes 16 en el sentido de la flecha. 55

[0037] En resumen, el alejamiento de las picas 5 y 6, a continuación de una sollicitación, produce un accionamiento de la rueda dentada 11 por parte del diente de accionamiento 21 de la viga de accionamiento 20 mientras que la aproximación de estas dos partes, al final de la sollicitación, produce una retención de la primera rueda dentada 11 por parte del dispositivo antirretorno 12, 19 y una retracción del diente 21 de la viga de accionamiento 20 sobre un diente 16 de la primera rueda dentada 11. 60

[0038] De esta forma, la detección por parte del microsensor de un ciclo de variaciones de distancia se traduce en una rotación de la rueda dentada 11, donde unos indicadores asociados a esta rueda permiten determinar a continuación el número de ciclos sufridos por la estructura desde un origen, o entre dos tiempos determinados. 65

- 5 [0039] Además, se deduce de lo anterior que para permitir el recuento del número de ciclos de deformaciones sufridos por una estructura, es necesario tener una distancia L entre las picas determinada con precisión. Por esta razón, es necesario tener zonas de anclaje de pequeñas dimensiones en la dirección OX de detección de las deformaciones. Esto se garantiza mediante la presencia de las picas 5 y 6 que permiten un encolado de bajo grosor e en la dirección OX y de altura h superior según la dirección Y perpendicular a OX, donde el grosor bajo de las picas 5 y 6 permite determinar dicha distancia L con precisión mientras que la altura h es suficiente para permitir una buena resistencia del encolado del microsensor en la estructura.
- 10 [0040] Para permitir un resultado similar mediante encolado, las picas pueden también reemplazarse por muescas o escariados.
- 15 [0041] En caso de ausencia de una zona de anclaje constituida mediante picas, muescas o escariados, durante la colocación del microsensor sobre la estructura, los salientes de pegamento se extenderían de manera aleatoria y la longitud L entre las dos zonas de anclaje podría tomar cualquier valor. Por lo tanto, no sería posible prever el funcionamiento del microsensor para el recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos A y B de una estructura.
- 20 [0042] Además, se pueden prever otros modos de fijación diferentes del encolado, tales como la fijación del microsensor sobre la estructura mediante un tornillo o un pasador. Para ello, cada una de las picas se reemplaza por al menos un escariado y preferiblemente por dos escariados posicionados de manera que su diámetro d sea muy inferior a la distancia D que separa su eje, por ejemplo $d/D < 0,2$.
- 25 [0043] Se puede prever particularmente la fijación del sensor mediante pasadores pretensados. Para ello, el sensor se pretensa en fábrica mediante un marco exterior que puede, además servir como embalaje del sensor. Se realiza, por una parte, un escariado sobre el soporte, de diámetro ampliamente inferior al del pasador, de manera que se garantice un ajuste apretado entre el pasador y el soporte y, por otra parte, un escariado sobre la estructura, esta vez de diámetro ligeramente superior al del pasador para permitir la disposición del sensor y la compensación de tolerancias.
- 30 [0044] Después de la fijación a la estructura, con un plantilla de perforación que presenta un intereje ad hoc, el pretensado se afloja. Las generatrices "exteriores" de los pasadores entran entonces en contacto con las generatrices de los agujeros previamente taladrados en la estructura, permitiendo una compensación de tolerancias.
- 35 [0045] Los desplazamientos inducidos por la estructura se transfieren entonces íntegramente al sensor.
- [0046] Evidentemente, el signo del pretensado se puede invertir si el signo de las sollicitaciones inducidas por la estructura es este mismo invertido.
- 40 [0047] También se puede prever particularmente fijar el sensor a la estructura con la ayuda de un tornillo. Esta solución implica realizar un escariado sobre el soporte, de diámetro ligeramente superior al del tornillo, para permitir su paso, y un roscado sobre la estructura para atornillar el tornillo.
- 45 [0048] Este modo de fijación no requiere necesariamente un pretensado. Exige, sin embargo, inmovilizar las partes móviles durante la fijación del tornillo porque este puede inducir desplazamientos indeseados por fricción. Por lo tanto, puede ser oportuno utilizar una cobertura exterior de mantenimiento de la forma del sensor. Esta cobertura inmoviliza las partes móviles durante la colocación.
- 50 [0049] Se puede deducir de lo anterior que la realización de picas, muescas o escariados como zonas de anclaje permite conocer con precisión la distancia L que separa las zonas de anclaje y, por lo tanto, permitir el recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos A y B de una estructura. Con el conocimiento de las características de la deformación de la estructura, y habida cuenta del paso P de los dientes de la rueda de recuento, se determina la distancia L entre los puntos de anclaje de manera que, en el momento de la deformación de la estructura, la variación de distancia entre las zonas de anclaje 5 y 6 sea superior al paso P de los dientes de la rueda de recuento y preferiblemente próxima o igual a $1,5 P$.
- 55 [0050] De esta descripción, se puede deducir que, por un lado, la distancia entre las zonas de anclaje debe determinarse con precisión y, por otro lado, el paso de la dentadura de la primera rueda de entrada debe ser del orden de magnitud del desplazamiento relativo de dichas partes 2 y 3 del soporte S. Las técnicas tradicionales permiten llevar a cabo los engranajes de algunos micrones, pero pueden resultar insuficientes para captar desplazamientos submicrónicos. No obstante, los desplazamientos relativos que tienen lugar en fenómenos de compresión mecánica o de dilatación térmica pueden ser submicrónicos.
- 60 [0051] Se propone un principio de subdivisión del paso para poder registrar un desplazamiento relativo inferior al paso de la dentadura de la rueda dentada, y ello en el marco de un sensor 30 según una segunda forma de realización de la invención. Este principio permite, por una parte, incrementar la sensibilidad del sensor ya que
- 65

permite acceder a unos mayores niveles de sensibilidad que la periodicidad de los motivos geométricos a la que la tecnología de fabricación permite llegar y, por otra parte, el uso de técnicas menos sofisticadas para la realización del componente puede por lo tanto traducirse en un coste de fabricación menor y una mayor resistencia del sensor. Las figuras 6 y 7 presentan, de forma más particular, un medio de recuento con una subdivisión del paso por 5.

[0052] Tal y como se muestra en la figura 6, un sensor 31 según esta segunda forma de realización de la invención incluye un soporte S1 que cuenta con una primera parte 32 y una segunda parte 33, donde esta última tiene un buje 34 cilíndrico unido a tres láminas 39 dispuestas tangencialmente al buje 34 y alrededor las cuales se coloca una rueda dentada 35.

[0053] Esta rueda dentada 35 incluye los dientes 36 sobre su superficie periférica externa 37 y una superficie periférica interna 38 de forma cilíndrica.

[0054] Cinco vigas de accionamiento 40, unidas a la primera parte 32 del soporte S1 y dispuestas de forma considerablemente paralela las unas con respecto a las otras incluyen cada una un diente 41 a la altura de su extremo libre 42, donde estos dientes 41 están dispuestos entre ellos a una distancia múltiple del paso P de la dentadura de la rueda más una fracción de este paso, a saber un quinto de este paso, de manera que únicamente uno de estos dientes constituye un engranaje con dientes 36 de dicha rueda dentada 35. En general, la distancia entre dos dientes sucesivos de las vigas 40 será: $E = I1 P + I2 P / m$

donde,

m es el número de vigas,

I1 y I2 son números enteros

P es el paso de los dientes 36 de la rueda 35 $E = I1 P + I2 P / m$

Dibujos disponibles en "Documento original"

con

m es el número de vigas,

I1 y I2 son números enteros naturales y: $I2 \neq 0$

Dibujos disponibles en "Documento original"

$I1 \neq 0$ si $2 I1 \leq m$ Dibujos disponibles en "Documento original"

[0055] Y, preferiblemente, para permitir un ajuste con vernier, $I2 \neq m$.

[0056] En esta figura, la dirección OX', opuesta a OX, indica la dirección de los movimientos o desplazamientos relativos de la primera parte 32 del soporte con respecto a la segunda parte 33 capaces de ser contados mediante los medios de recuento mientras que la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 35 de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 36 de esta primera rueda dentada 35 incluye una primera superficie radial 43 y una superficie inclinada 42 que conecta el extremo superior 44 de dicha primera superficie radial a la base 48 de la superficie radial 43 del diente siguiente. Según esta misma dirección, cada uno de los dientes 41 unido a la viga de accionamiento 40 incluye una superficie inclinada 46 y una superficie radial 45, esta última situada, para uno de los dientes 41, cara a cara con dicha primera superficie radial 43 de un diente 36 de la primera rueda 35 de recuento.

[0057] Las vigas de accionamiento 40 presentan una suficiente elasticidad para permitir la retracción del diente 41 sobre un diente 36 de la primera rueda 35 de recuento, y ello sin que se produzca un deterioro.

[0058] La superficie periférica interna 38 de la rueda dentada 35 y el extremo de dichas láminas 39 se destinan a cooperar para formar un medio de acomodación elástico de la rueda dentada 35 sobre el buje 34, donde la fuerza de rozamiento del extremo de las láminas 39 sobre la superficie periférica interna 38 de la rueda 35 es, por una parte, superior a la que pueden generar las vigas de accionamiento cuando se dirigen en una primera dirección OX, provocando así un deslizamiento de los dientes 41 de las vigas 40 sobre la rueda 35 y, por otra parte, inferior a la que pueden generar las vigas de accionamiento cuando se dirigen en una segunda dirección OX', opuesta a dicha dirección OX, provocando así un deslizamiento de la superficie periférica interna 38 de la rueda 35 sobre los extremos de las láminas 39. El deslizamiento de la rueda sobre los extremos de las láminas 39 se autoriza por un dimensionamiento correcto del medio de acomodación elástico del conjunto resistente con respecto al posible cizallamiento del diente 41 de la viga 40 o del diente 36 de la rueda dentada 35.

[0059] La figura 7 presenta un esquema del funcionamiento de los medios de recuento constituidos por las vigas, la rueda dentada 35, el buje 34 y el medio de acomodación elástico del conjunto resistente y por el cual se prevé que la segunda parte 33 del soporte S1, en este ejemplo, se desplace con respecto a la primera parte 32 del soporte S1 según la dirección OX'.

[0060] Las distintas fases se numeran respectivamente de 1 a 5 y de A a E.

[0061] En la fase A, la rueda dentada 35 se ha desplazado con respecto a las vigas 40 fijas. La viga 3 franquea el diente representado en sombreado de la rueda dentada 35 y, por medio de la configuración geométrica de los

engranajes, impide el retorno del diente, las vigas 40 se representan en este primer esquema justo antes del paso del diente para identificar correctamente las secuencias, en lugar de representarlas después del franqueamiento. Las vigas 4 y 5 se flexionan por medio de la dentadura. Las vigas 1 y 2 también se flexionarán en el momento del siguiente desplazamiento relativo de la rueda.

5

[0062] La aplicación del ciclo de carga siguiente de la fase B provoca un segundo desplazamiento relativo de la primera rueda con respecto a las vigas fijas. Esta vez es la viga 4 la que pasa otro diente de la rueda dentada 35 e impide el retorno de esta rueda en otro punto de la dentadura de la rueda distinto del de la fase A.

10

[0063] Asimismo, en el momento de la fase C, la viga 5 acaba de cruzar la dentadura de la rueda e impide su retorno a otro lugar diferente del de la fase B. Ocurre lo mismo en las fases D y E.

15

[0064] Durante la próxima fase A, la viga 3 franquea de nuevo un diente de la rueda dentada. Este diente es el que es consecutivo al que se representa en sombreado en todos los esquemas. En consecuencia, los cinco ciclos de sollicitación se traducen a la altura de la primera rueda por el engranaje de un diente, que ilustra el principio de subdivisión del paso y, por lo tanto, la posibilidad de detectar y registrar una información con una resolución superior a la que es intrínseca del sistema.

20

[0065] Este tipo de dispositivo permite detectar y contar los ciclos de variaciones de distancia inferiores a 5 μm . Al aumentar el número de vigas, las variaciones de distancias inferiores a 1 μm se pueden detectar y contar.

25

[0066] Las figuras 8 a 18 muestran los esquemas de una tercera variante de realización de la invención aplicada al recuento del número de pasos de vehículos sobre una estructura, como por ejemplo un puente.

30

[0067] Las figuras 8 y 9 presentan cada una las dos caras principales del sensor según esta tercera variante de realización de la invención.

35

[0068] Según esta forma de realización, un microsensor pasivo de detección y de recuento del número de pasos de vehículos comprende un soporte 101, principalmente en forma de U que comprende de esta forma una primera parte 102 y una segunda parte 103 conectadas entre ellas por una tercera parte 104 que constituye la base de la U, y unos medios de recuento 105 dispuestos sobre el soporte y que comprenden al menos una primera rueda dentada 106 dispuesta sobre dicha primera parte 102 del soporte 101 y, por una parte, una viga de accionamiento 107 de dicha primera rueda dentada 106, fijada, en uno, 108, de sus extremos 108, 109, a dicha segunda parte 103 y que comprende, en su otro extremo 109, un diente 110, mostrado en la figura 10, y capaz de constituir un engranaje 111 con los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 y, por otra parte, un dispositivo antirretorno 113 de la primera rueda dentada 106 y de tal manera que la aproximación de la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 produce un accionamiento de la rueda dentada 106 por parte del diente de accionamiento 110 de la viga de accionamiento 107 mientras que el alejamiento de estas dos partes produce una retención de la primera rueda dentada 106 por parte del dispositivo antirretorno 113 y una retracción del diente 110 de la viga de accionamiento sobre un diente 112 de la primera rueda dentada 106.

40

45

[0069] Tal y como se muestra en la figura 8, la primera y la segunda parte tienen unas primeras y segundas zonas de anclaje, respectivamente 224 y 225, constituidas por escariados en cada uno de los cuales se puede insertar un tornillo con el objetivo de fijar el microsensor sobre la estructura que se va a analizar, como por ejemplo el parapeto de un puente. Los escariados 224, 225 tienen un diámetro ligeramente superior al de dichos tornillos.

50

55

[0070] En este ejemplo de realización, las primeras y las segundas zonas de anclaje 224, 225 se disponen respectivamente según un primer eje Y1 y un segundo eje Y2 paralelos entre ellos y separados por una distancia L. Preferiblemente que permitan reducir al mínimo el tamaño del sensor, estas zonas de anclaje se disponen de tal manera que la longitud L sea la mayor posible y de tal manera que la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 sea al menos igual a P. Así, cuando el microsensor se fija sobre una estructura sometida a una deformación, la variación de distancia entre las dos zonas de anclaje 224 y 225 y, por lo tanto, entre los ejes Y1 y Y2 es proporcional a esta longitud L. En consecuencia, para un paso P determinado de los dientes de la rueda de recuento, y en el caso del uso de una sola viga de accionamiento, la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 debe ser al menos igual a P y preferiblemente inferior o igual a 1,5 P.

60

[0071] Tal y como se muestra en la figura 9, las caras 133, 134 y 135 de las respectivas partes 102, 103 y 104 del soporte 101 son planas y están dispuestas en un mismo plano y destinadas a estar chapadas a la estructura que se va a analizar mediante dichos tornillos.

65

[0072] En este ejemplo de realización, la tercera parte 104 del soporte tiene forma de U invertida con una base 136 gruesa. Esta forma permite obtener secciones más pequeñas a la altura de las ramificaciones de la U de esta viga que en la base 136 y, en el caso de que se ejerciera una fuerza considerable a la altura de esta tercera parte, se produciría una rotura a la altura de una de las ramificaciones y, por lo tanto, en una dirección paralela a la del desplazamiento normal de la primera y la segunda parte, lo que permite evitar cualquier desplazamiento

relativo entre estas partes en la dirección normal del desplazamiento y evitar un posible desfase entre la rueda dentada 106 y el diente 110 de la viga de accionamiento 107.

[0073] En la figura 10, la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 106 de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 112 de esta primera rueda dentada 106 incluye una primera superficie radial 114 y una superficie inclinada 115 que conectan el extremo superior 116 de dicha primera superficie radial a la base 117 de la superficie radial del diente siguiente. Según esta misma dirección, el diente 110 unido a la viga de accionamiento 109 incluye una superficie inclinada 118 y una superficie radial 119, donde esta última se encuentra situada cara a cara con dicha primera superficie radial 114 de un diente 112 de la primera rueda 106 de recuento.

[0074] Esta primera rueda dentada 106 incluye 512 dientes, es decir 2×9 .

[0075] La figura 11 muestra una de las dos caras principales de la primera parte 102 del soporte capaz de recibir una parte de los medios de recuento 105. Esta superficie 174 incluye varias hendiduras sucesivas 120, 121, 122, 123 y 124 que comprenden ciertas partes comunes.

[0076] La primera hendidura 120 está dispuesta en la parte superior 125 de la primera parte y del lado de la primera parte 102 del soporte. Tiene la forma de U de base gruesa y una de las ramificaciones 126 es más larga que la otra 127.

[0077] La segunda hendidura 121 tiene forma rectangular alargada y dispuesta en continuidad con la primera y en dirección al lado opuesto de la tercera parte 104 del soporte 101. Sin embargo, esta hendidura no está completa porque falta un dispositivo antirretorno 113 dispuesto longitudinalmente sobre menos de la mitad de la longitud de la hendidura y fijado a la primera parte 102 del soporte 101 por su extremo situado a la altura del lado transversal 170 de la hendidura que está en el lado opuesto a la primera hendidura 120.

[0078] La tercera hendidura 122 tiene forma cilíndrica y está dispuesta en continuidad con el segundo y debajo, es decir en dirección a la parte baja 128 de la primera parte 102 del soporte 101. Sin embargo, la hendidura no está completa porque falta una parte central cilíndrica 129. Esta hendidura 122 se destina a recibir la primera rueda de recuento 106 y su diámetro es ligeramente superior al de esta última. Además, la primera rueda de recuento 106 incluye una perforación central y la parte central cilíndrica 129 constituye un eje para esta primera rueda dentada 106.

[0079] La cuarta hendidura 123 tiene forma rectangular e incluye una parte inferior 31 de la tercera hendidura 122 y una parte superior 132 de la quinta hendidura 124.

[0080] La quinta hendidura 124 tiene forma cilíndrica de diámetro ligeramente inferior al de la tercera hendidura 122 y está dispuesta tangencialmente a esta última y en dirección a la parte inferior 128 de esta primera parte 123 del soporte. Esta hendidura 124 se destina a recibir una segunda rueda dentada de recuento 130 y no está completa porque faltan, por una parte, una parte central cilíndrica destinada a servir de eje de rotación 155 a la segunda rueda dentada de recuento 130 y, por otra parte, tres vigas 171, 172 y 173 dispuestas respectivamente a $\pi/2$ Rd y capaces de retener en posición y de servir de dispositivo antirretorno a la segunda rueda dentada 30. Esta última incluye 16 dientes, es decir 2×4 .

[0081] La figura 10 muestra un esquema simplificado de los medios de recuento y del dispositivo antirretorno. De esta forma, se representa:

la primera rueda dentada 106 dispuesta sobre el eje 129,

la viga de accionamiento 107 unida a la segunda parte 103 del soporte 101 y que comprende un diente 110 capaz de constituir un engranaje 111 con los dientes 112, de la primera rueda dentada 106,

un dispositivo antirretorno 113 de la primera rueda dentada 106 constituido por una viga 175 unida en uno de sus extremos 137 a la primera parte 102 del soporte 101 y que comprende, en su otro extremo 138 un diente 139 capaz de constituir un engranaje con los dientes 112, de la primera rueda dentada 106. Donde la flecha indica el sentido normal de rotación de la primera rueda dentada de recuento 106, el diente 139 del dispositivo antirretorno incluye, según esta dirección, una superficie inclinada 140 y una superficie radial 141, donde la superficie radial 140 se encuentra situada enfrente de una superficie radial de un diente 112 de la primera rueda dentada 106.

[0082] Tal y como se muestra en esta figura, la viga de accionamiento 107 y la 75, del dispositivo antirretorno se pretensan en flexión sobre la rueda dentada 106 por su posicionamiento. El extremo de los dientes no es tangencial a la base de los dientes de la primera rueda dentada 106 sino tangencial a una posición situada más cerca del eje de dicha rueda. Dado que estas vigas no pueden ir más allá de dicha base, se someten automáticamente a dicho pretensado ejercido por la primera rueda dentada 106.

[0083] La figura 12 presenta un detalle de la parte intermedia 143 de la viga de accionamiento 107 que se encuentra a la altura de la primera hendidura 120 de la primera parte del soporte 101.

5 [0084] Esta parte intermedia 143 presenta una forma de U cuya base 144 y las dos ramificaciones 145, 146 tienen sustancialmente el mismo grosor, donde una, 145, de las ramificaciones es más larga que la otra y se destina a penetrar en la parte más larga de la rama 126 de la primera hendidura del primer soporte 101 y que, como se puede observar sobre esta figura, incluye dos topes de retención 147, 148 situados cada uno frente a uno de los lados de la parte más larga 149 de la rama 145 de la viga de accionamiento.

10 [0085] La función de estas excrescencias es limitar el desplazamiento de la viga de accionamiento en dirección de la primera parte del soporte, de un valor calibrado y que corresponde sustancialmente al valor de un paso y medio de los dientes 112 de la primera rueda dentada 106. De esta forma, dichas excrescencias constituyen unos medios de limitación de recorrido del diente 110 de la viga de accionamiento 107 o, en otras palabras, unos
15 topes de retención.

[0086] Se constata asimismo que el grosor de la viga de accionamiento más allá de esta parte intermedia es primero equivalente al de dicha parte y, a continuación, menor hasta su extremo que comprende el diente de accionamiento 110, donde dicho bajo grosor es capaz de garantizarle una suficiente elasticidad para permitir el
20 accionamiento de la rueda dentada 106 por parte del diente de accionamiento 110 en un sentido de ida y la retracción de dicho diente 110 de accionamiento sobre los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 en el sentido de retorno.

[0087] Tal y como se muestra en las figuras 9 y 13, una tercera rueda dentada de recuento 150 de diámetro inferior a la primera rueda dentada 106 se fija sobre esta última, donde estas dos ruedas tienen el mismo eje de rotación.

[0088] Tal y como se muestra en la figura 9, dicho eje Y1 pasa por los ejes de rotación de la primera, segunda y tercera rueda de recuento así como por los ejes de los escariados de las primeras zonas de anclaje. Este eje Y1 es perpendicular a la dirección X de las deformaciones de la estructura capaces de ser detectadas por el
30 microsensor sobre la cual está fijado.

[0089] Esta tercera rueda dentada de recuento 150 incluye un solo diente 151 en forma de arco gótico capaz de constituir un engranaje con los dientes 152, en forma de arco románico, de la segunda rueda de recuento 130, donde estas dos ruedas 130, 150 tienen el mismo grosor y están dispuestas en un mismo plano. Esta tercera
35 rueda dentada 150 está dispuesta en la cuarta hendidura 123 de la primera parte 102 del soporte 101 e incluye un escariado de diámetro sustancialmente igual al eje 155 que emerge de la cuarta hendidura. La longitud de los dientes 152 y 151 de la segunda y tercera rueda dentada 130 y 150 es de tal forma que, cuando el diente 51 de la tercera rueda dentada 150 entra en contacto con un diente 152 de la segunda rueda dentada 130, este contacto perdura a lo largo de una longitud considerablemente igual al paso de los dientes 152 de la segunda
40 rueda dentada 130.

[0090] Se asocian unos medios de lectura ópticos de tipo lector de códigos barras a los medios de recuento con el objetivo de facilitar la lectura.

45 [0091] Tal y como se muestra en la figura 13, unas ranuras 166 con forma de arco de círculo paralelas, en este caso cuatro como máximo, se asocian a los dientes 152 de la segunda rueda dentada 130 y permiten numerarlos de manera binaria, donde el diente numerado 1 no comprende ninguna ranura asociada, el diente número 2 tiene una ranura a la altura de una primera línea 167, el diente número 3 tiene una ranura a la altura de la segunda
50 línea 168, el diente n°4 tiene una ranura a la altura de cada una de las dos primeras líneas 167 y 168, etc. Y así hasta el diente número 16, al que corresponde una ranura a la altura de cada una de las cuatro líneas 167 a 170.

[0092] Tal y como se muestra en la figura 14, que no representa más que una ínfima parte de la primera rueda dentada 106 en la que los dientes se han considerado como dispuestos en un mismo plano, unas ranuras paralelas, en este caso nueve como máximo, se asocian a los 512 dientes de la primera rueda dentada 106 y permiten numerarlos de manera binaria, donde el diente numerado 1 no comprende ninguna ranura asociada, el diente número 2 tiene una ranura a la altura de una primera línea 156, el diente número 3 tiene una ranura a la altura de la segunda línea 157, el diente n°4 tiene una ranura a la altura de cada una de las dos primeras líneas 156 y 157, etc. Y así hasta el diente número 512, que tiene una ranura a la altura de cada una de las nueve líneas
55 156 a 164.

[0093] Para efectuar la lectura del número de pasos de vehículo entre un tiempo t0 y un tiempo t1, se efectúa una lectura óptica de la numeración de los dientes sobre cada una de la primera y la segunda rueda dentada 106 y 130 en el instante t0 y, a continuación, en el instante t1, donde en ambos instantes el lector tiene la misma
65 posición. La imagen de la primera lectura en el tiempo t0 es la de referencia. que permite determinar qué diente se introdujo en el momento de la instalación del dispositivo. La segunda imagen sirve para identificar el diente

introducido en el momento t_1 , elegido por el operador. La identificación del diente introducido puede hacerse de manera automatizada importando las dos imágenes a un software de tratamiento de imágenes generando una cuadro 177 que delimita las zonas de lectura tal y como se muestra en las figuras 15a y 15b. Cada zona de lectura será, o bien negra si hay una ranura y es equivalente a 1, o bien blanca si no hay ninguna y, por tanto, es equivalente a 0, lo que permite calcular el número binario asociado al diente. En el ejemplo propuesto, se puede leer el número 0000 en la figura 15a asociada a la segunda rueda dentada, que corresponde a 0 en base 10 y se puede leer 0001 en la figura 15b, que corresponde a $1 \times 2^{<0>} + 0 \times 2^{<1>} + 0 \times 2^{<2>} + 0 \times 2^{<3>} = 1$ en base decimal. Esto significa que la estructura ha sufrido $(1 - 0) \times 512$ eventos, a los que conviene añadir los que han sido contabilizados sobre la primera rueda dentada y que se determinan de la misma manera.

[0094] Todos los elementos de este microsensor se hacen con silicio, lo que le permite funcionar correctamente sea cual sea su temperatura de funcionamiento, puesto que las dilataciones o las constricciones resultantes serán las mismas en todas la direcciones para todos los componentes.

[0095] El funcionamiento del dispositivo descrito previamente es el siguiente: En primer lugar, se fijan, tal y como se muestra en la figura 16, por ejemplo mediante pegamento y por sus superficies planas 133 y 134 una primera y una segunda parte del soporte 101 sobre el parapeto 181 de un puente 100 que comprende una calzada 180 sobre la que circulan los vehículos.

[0096] Este microsensor está posicionado sobre el parapeto a ambos lados de una recta virtual CD vertical. Para una posición determinada del sensor sobre el parapeto, el microsensor no contará el paso del vehículo en función de un valor umbral correspondiente a la masa del vehículo. De esta forma, será posible, por ejemplo, detectar, con tres sensores idénticos pero dispuestos en lugares diferentes del parapeto, el número de vehículos que pasan con una masa superior a 500 kg para uno, el número de vehículos de más de 3500 kg para el segundo y todos los vehículos de más de 10000 kg para el otro.

[0097] Tal y como se muestra en las figuras 17a y 17b, cuando un vehículo pasa por la calzada 180 a la derecha, representada mediante rayas, de la recta CD, su peso produce una flexión de la calzada que repercute a la altura del parapeto, o los puntos A y B situados a ambos lados de la derecha CD se desplazan desde su posición de reposo (figura 17a) hasta las posiciones extremas respectivas A' y B' (figura 17b) antes de volver a su posición inicial después de que el vehículo haya pasado. Por lo tanto, cuando un vehículo circula sobre la calzada a la derecha de un microsensor según la invención, produce, debido a su peso, una flexión de la calzada que repercute a la altura del parapeto del puente al que está unido por una aproximación de los puntos A y B. Siendo O_x y O_y dos ejes ortogonales, el desplazamiento del punto A según la dirección O_x es $x_{A'} - x_A$ y la del punto B $x_{B'} - x_B$ mientras que los respectivos desplazamientos de los puntos A y B según la dirección O_y son $y_{A'} - y_A$ y $y_{B'} - y_B$.

[0098] En el marco del ejemplo de realización citado previamente, es la diferencia de desplazamiento de los puntos A y B según el eje O_x , a saber $\Delta x = (x_{A'} - x_A) - (x_{B'} - x_B)$ la implicada en el accionamiento de los medios pasivos de recuento, donde el punto A se encuentra situado sobre la primera parte 102 del soporte 101 y el punto B se encuentra situado sobre la segunda parte 103 del soporte 101. Así, Δx es superior al paso de los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 y preferiblemente inferior a 2 veces este paso. En todos los casos, los topes de retención 147, 148 son capaces de limitar el desplazamiento de la primera parte del soporte 101 con respecto a la segunda parte de una distancia Δx , con respecto a su posición de reposo, superior al paso de los dientes 112 de la primera rueda 106, pero inferior a dos veces este paso.

[0099] Las figuras 18a a 18e muestran la evolución del posicionamiento del diente de accionamiento 110 con respecto a los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 para unos instantes sucesivos t_0 , t_1 , t_2 , t_3 y t_4 , t_0 y t_4 que corresponden a la posición de equilibrio y t_2 , la posición en la que la aproximación entre la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 es máxima.

[0100] En la figura 18a, la primera y la segunda partes 102, 103 del soporte 101 se encuentran en posición de reposo. La cara radial del diente de accionamiento 110 así como la del dispositivo antirretorno 113 están cada una enfrente de una cara radial de un diente, respectivamente 200 y 203, de la primera rueda dentada 106, donde las caras que se encuentran la una frente a la otra no están en contacto.

[0101] Cuando un vehículo empieza a pasar por la calzada 180 a la derecha de la recta CD, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 comienzan a acercarse tal y como se muestra en la figura 18b. La cara radial del diente de accionamiento 110 entra en contacto con la cara radial del diente 200 y, a continuación, la empuja en el sentido de la flecha, lo que hace girar la primera rueda dentada 106. Paralelamente, el extremo del diente antirretorno del dispositivo antirretorno 113 se desliza, debido a la elasticidad de la viga 175 sobre la superficie inclinada del diente 202 de la primera rueda 106, donde este deslizamiento se produce hasta que dicho diente antirretorno pasa más allá de la superficie inclinada y su superficie radial se encuentra, tal y como se muestra en la figura 18c, enfrente de la superficie radial del diente 202.

[0102] En este instante, ya sea de forma natural, ya sea debido a los topes de retención 147 y 148, dicha aproximación se detiene y se constata que el diente 200 de la rueda dentada ha tomado la posición inicial del diente 201, donde, por lo tanto, la rueda 106 ha girado en una distancia sustancialmente igual a un paso de los dientes de dicha rueda 106.

5

[0103] Cuando el vehículo ha rebasado la derecha de la recta CD, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 comienzan a alejarse para volver en su posición de reposo. La cara inclinada del diente de accionamiento entra en contacto con la cara inclinada del diente 199 y empezará a hacer que la primera rueda dentada 106 gire en el sentido contrario a la flecha y así hasta que la cara radial del diente antirretorno 139 entre en contacto con la cara radial del diente 202. En este instante el dispositivo antirretorno impide cualquier rotación suplementaria de la primera rueda dentada 106 en el sentido opuesto al de la flecha. Tal y como se muestra en la figura 18d, el extremo del diente de accionamiento 110 se desliza, debido a la elasticidad de la viga 107 hasta esta altura, sobre la superficie inclinada del diente 199 de la primera rueda 106, este deslizamiento se produce hasta que dicho diente de accionamiento pasa más allá de la superficie inclinada y su superficie radial se encuentra, tal y como se muestra en la figura 18e, enfrente de la superficie radial del diente 199.

10

15

[0104] Al terminar este ciclo, mostrado en la figura 18e, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte han retomado su posición de origen de la figura 18a y únicamente la primera rueda dentada 106 no se encuentra en su posición de origen porque ha girado según el valor de un paso de sus dientes y, por tanto de un diente, de este modo, esta rotación permite contar cada paso de vehículo sobre la calzada y a la derecha de la recta CD.

20

[0105] La figura 19 presenta un ejemplo de realización de un sensor destinado estar posicionado sobre la superficie lateral del parapeto de un puente y capaz de detectar y contar el número de ciclos de deformaciones del parapeto de un puente que se traducen en un ciclo de variación de distancia (alejamiento y aproximación o a la inversa) entre dos puntos A y B del parapeto dispuestos preferiblemente de forma horizontal y a una distancia inferior a 3 cm el uno del otro, donde las variaciones de distancia pueden, por ejemplo, estar comprendidas entre 15 y 100 μm . Este sensor 300 incluye un primer soporte 301 realizado con el mismo material que el del parapeto del puente, a saber de aluminio, donde esta característica permite anular el efecto de las dilataciones térmicas entre el parapeto y el sensor. Este soporte incluye una primera parte 302 que comprende unas primeras muescas transversales 303 de eje Y1 perpendicular a su eje longitudinal X, una segunda parte 304 con forma de U que comprende unas segundas muescas transversales 305 de eje Y2 perpendicular al eje longitudinal X, y una tercera parte 306 que comprende, por una parte, una parte intermedia 307 fijada a la primera parte y separada de la segunda parte por una ranura en forma de U 308 y que prosigue en el interior de la forma U de la segunda parte y, por otra parte, dos partes 309, 310 con forma de U dispuestas transversalmente según un eje Y3 perpendicular al eje longitudinal X del soporte 301. La función de las dos partes 309, 310 con forma de U es mantener el posicionamiento de la primera parte con respecto a la segunda parte delantera y durante la fijación del sensor sobre la estructura de acogida, a saber, el parapeto del puente. Cuando la primera y la segunda parte del soporte 301 se fijan sobre la estructura de acogida, el funcionamiento del sensor no se ve impedido ni por daños en las dos partes en forma de U, ni siquiera por su supresión.

25

30

35

40

[0106] La primera y la segunda muescas se destinan a recibir pegamento con el objetivo de fijar el soporte 301 sobre la estructura de acogida y obtener así unas zonas fijas de baja anchura y situadas en lugares predeterminados y que permiten un funcionamiento óptimo del sensor.

45

[0107] Dos picas cilíndricas 311, 312 están cada una fijadas en un escariado practicado en la segunda parte del soporte. Su función es guiar el posicionamiento de una placa 314, realizada aquí con silicio y de forma cuadrada. Esta placa incluye una abertura 315 con forma de L en la que uno de sus extremos 316 desemboca en la mitad de un primer lado 317 del cuadrado mientras que su otro extremo 318 se encuentra a la altura de la mitad de un segundo lado 319 del cuadrado adyacente a dicho primer lado 317 pero sin desembocar en este segundo lado, de manera que una fina anchura de material 320 subsiste a esta altura. Así, esta placa está constituida por una primera y una segunda parte, respectivamente 321 y 322, donde dicha segunda parte tiene una anchura sensiblemente igual a la de la parte intermedia 307 de la tercera parte 306 y destinada a estar fijada sobre esta última.

50

55

[0108] Cada una de la primera y la segunda parte 321, 322 de la placa incluye una abertura 324 de forma oblonga dispuesta de eje transversal confundido con el eje Y2 de fijación de la segunda parte 304 del soporte 301 según dicho eje Y2, como se muestra en la figura 21. Estas aberturas se destinan a recibir pegamento para fijar la placa 314 sobre el soporte 301 y, más precisamente, a fijar la primera parte 321 de la placa 314 sobre la segunda parte 304 del soporte 301 y la segunda parte 322 de la placa 314 sobre dicha parte intermedia 307 que está unida a la primera parte 302 del soporte 301, y así obtener unas zonas de fijación de baja anchura y situadas en lugares predeterminados. De este modo, cuando la placa 314 se posiciona y encola sobre el soporte 301, la abertura 315 con forma de L se encuentra por encima de dicha ranura con forma de U 308 que separa dicha parte intermedia 307 de la segunda parte 304 del soporte 301. La parte 320 se destruye una vez que la pieza 314 se encola sobre el soporte 301. Esta sirve únicamente para la retención en posición antes y durante la fase de encolado.

60

65

[0109] Tal y como se muestra en la figura 20, que presenta los medios de detección y de recuento según esta variante de realización de la invención, una viga de accionamiento 329, que incluye un diente 330 en su primer extremo, tiene su segundo extremo unido a la segunda parte 322 de la placa 314 a la altura de dicho primer lado 317 del cuadrado. Esta se extiende paralelamente al lado de esta segunda parte 322 situada en el lado de dicho primer lado 317.

[0110] Tal y como se muestra en la figura 21, que presenta los medios de recuento según esta variante de realización de la invención, una rueda dentada de recuento 328, semejante a la de la figura 10, se monta sobre un cojinete 331 de forma tubular y que comprende un saliente 332 sobre el que descansa la rueda dentada 328, donde este cojinete 331 es capaz de girar en torno a un eje de rotación 333 unido a la segunda parte del soporte 301 y de manera que la rueda dentada 328 forme, con el diente 330 de la viga de accionamiento 329, un engranaje mientras que el uso de una zapata de rozamiento complementaria 335 permite obtener un conjunto que forma un trinquete, tal y como se explica, por ejemplo, en el marco de la figura 4. El cojinete 331 incluye las excrecencias 334 sobre su base capaces de limitar los rozamientos con el soporte 304 durante sus rotaciones. Preferiblemente, posición de reposo, el diente 330 de la viga de accionamiento 329 se apoya contra la rueda dentada 328 y, de esta forma, se pretensa. Dado que este tipo de sensor se destina a detectar y contar las deformaciones de la estructura según la dirección X, el pretensado de la viga de accionamiento 329 permite compensar las deformaciones de la estructura según la dirección Y2.

[0111] Con dicho sensor, una deformación de la estructura de acogida en la dirección X produce una deformación similar del soporte del sensor y, por tanto, un alejamiento (o una aproximación) de los ejes Y1 y Y2. Este alejamiento (o esta aproximación) produce un desplazamiento relativo de la primera parte del soporte con respecto a la segunda parte y, por lo tanto, un desplazamiento del diente 330 de la viga de accionamiento 329 unida a la primera parte 302 del soporte 301 con respecto a la rueda dentada 328, donde este desplazamiento produce un accionamiento de la rueda dentada 328 en el sentido indicado por la flecha. En el momento del retorno de la estructura de acogida a su posición inicial, debido a la presencia de la zapata 335 y de las formas de los dientes de la viga de accionamiento 329 y de la rueda dentada 328, el diente 330 de la viga de accionamiento 329 retrae esta de la rueda dentada, de modo que esta última queda en la posición tomada al final de la rotación en el sentido de la flecha, a lo que se debe la analogía con un trinquete.

[0112] En caso de que el material del soporte fuera diferente del de la estructura de acogida, la compensación de la temperatura se puede efectuar adaptando la longitud de la primera parte del soporte y/o de dicha parte intermedia de manera que el producto de la distancia que separa los dos ejes de encolado Y1, Y2 del sensor sobre la estructura de acogida por el coeficiente de dilatación del material que constituye la estructura de acogida sea igual al producto de la distancia que separa dicho eje Y1 de encolado al diente de la viga de accionamiento por el coeficiente de dilatación térmica del soporte del sensor.

[0113] Además, al colocar varios sensores idénticos en alturas diferentes de la superficie lateral del parapeto, es posible diferenciar los tipos de vehículo que pasan por el puente en función de su masa. A modo de ejemplo, un primer sensor en la posición más baja podrá contar el paso de todos los vehículos cuya masa sea superior a 500 kg, un segundo sensor colocado en una posición intermedia podrá contar el paso de todos los vehículos de más de 3 toneladas y un tercer sensor situado todavía más alto solo contará el paso de los vehículos de más de 10 toneladas.

[0114] La figura 22 muestra una segunda variante de realización de la placa 314 en la que la primera y la segunda parte 321, 322 están unidas por un elemento intermedio elástico 340 con forma de U, donde dicha baja anchura de material 320 también se ha suprimido. Este elemento intermedio 340 permite, por una parte, mantener el posicionamiento de dichas primera y segunda parte 321, 322 antes y durante su encolado sobre las partes respectivas 304 y 307 mientras que su elasticidad permite un desplazamiento relativo de dichas primera y segunda parte 321, 322 cuando la estructura sobre la cual se fija el sensor se somete a una sollicitación que produce una variación de distancia entre los puntos A y B del sensor, donde este desplazamiento produce una rotación de la rueda de recuento a través de la viga de accionamiento 329.

[0115] Las formas de realización previamente descritas presentan muchas ventajas con respecto al estado de la técnica. De esta forma, el microsensor es totalmente pasivo, y es el propio evento (acción de un objeto capaz de flexionar una estructura) el que proporciona la energía necesaria para la activación de las funciones de detección y de recuento.

[0116] En este caso, el microsensor funciona durante un tiempo que no se limita a la vida útil de la fuente de energía. Habida cuenta de la naturaleza misma de los materiales utilizados, en este caso silicio, la vida útil del sensor es en todos los casos muy superior a la de todos los sistemas de armas, incluidos los sistemas pasivos almacenados durante períodos muy largos.

[0117] En el caso presente, el carácter inerte del contador permite prever su aplicación sobre un sistema que funciona con seguridad pirotécnica, lo que proporciona un avance considerable con respecto a las capacidades

actuales. Asimismo, un microsensor según la invención es totalmente insensible a los campos electromagnéticos.

5 [0118] Además, la solución propuesta es muy sencilla de poner en práctica y su funcionamiento muy fiable. No depende de una fuente de energía, es discreto y tiene un bajo coste unitario.

10 [0119] Del mismo modo, cuando los medios de recuento incluyen varias vigas capaces de accionar, sucesivamente, la rueda dentada según una misma dirección, estas vigas pueden estar dispuestas en el mismo lado de la rueda dentada como en la figura 6 o, por ejemplo, en parte en un lado y en parte en el otro sin que el funcionamiento del dispositivo cambie. Además, los dientes de dichas vigas se pueden colocar a la misma distancia los unos de los otros o a distancias diferentes respetando la fórmula de la distancia E proporcionada en la descripción.

15 [0120] Además, el diente de la viga antirretorno tal y como se muestra en la figura 10 se puede reemplazar por una zapata de rozamiento capaz de aplicar una fuerza de rozamiento sobre la rueda dentada de recuento. Tiene una función doble. En ambos casos, es la fuerza de rozamiento de la zapata sobre la rueda la que le permite desempeñar su función. Esta fuerza de rozamiento se determina por el pretensado de la viga zapata. Limita, por un lado, una rotación excesiva debida a los efectos inerciales de la rueda de recuento en el sentido normal de rotación. Impide, por otro lado, una rotación de la rueda de recuento en el sentido contrario al sentido normal en el momento del retorno del diente de accionamiento, por poco superior que sea la fuerza de rozamiento de la zapata a la de la viga de accionamiento sobre la rueda.

20 [0121] Además, en caso de que se desee compensar las diferencias de dilataciones térmicas entre el sensor y la estructura, es preferible, por una parte, realizar los soportes del sensor con un material cuyo coeficiente de dilatación térmica está próximo del material de la estructura y, por otra parte, compensar geoméricamente, a través de la forma de dichas primera y segunda parte del soporte y el posicionamiento de la rueda de recuento, esta dilatación térmica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección OX de una estructura (15) exterior al sensor, especialmente durante ciclos de temperaturas o tensiones mecánicas sufridos por esta estructura, **caracterizado por el hecho de que** el sensor incluye medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, donde estos medios comprenden:
- 10 – un soporte (S, 101) que tiene una primera y una segunda parte (2, 3; 102, 103) que tienen cada una una zona de anclaje (5, 6), donde estas zonas de anclaje son aptas para estar fijadas respectivamente a una y a otra de dichos dos puntos o zonas de la estructura (15) y están constituidas por picas (5, 6), muescas y/o escariados (224, 225) y son de menores dimensiones que la primera y la segunda parte, donde los medios de recuento se asocian a cada una de dichas primera y segunda parte del soporte.
- 15 – unos medios mecánicos de detección y de recuento que tienen al menos una primera rueda dentada (11, 106) dispuesta sobre la primera parte (2) del soporte (S) y al menos una viga de accionamiento unida (20, 107), en uno de sus extremos, a la segunda parte (3, 103) de dicho soporte y que comprende, en su otro extremo, al menos un diente (21, 110) capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada (11),
- un dispositivo antirretorno (12, 113) asociado a dicha primera rueda dentada,
- 20 donde la primera y la segunda parte (2, 3) del soporte están conectadas entre ellas por al menos un elemento elástico (4), donde el dispositivo antirretorno (113) asociado a dicha primera rueda dentada (106), que comprende una viga unida (175), en uno de sus extremos, a la primera parte (102) del soporte (101) y que comprende, en su otro extremo, al menos un diente (139) capaz de engranarse sobre los de dicha primera rueda dentada (106), donde este diente así como el (110) de la viga de accionamiento y los (112) de la primera rueda
- 25 dentada (106) comprenden cada uno una superficie dispuesta según un radio de dicha rueda dentada (106) y una superficie inclinada con respecto a este radio.
2. Sensor según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** este sensor es un microsensor.
- 30 3. Sensor según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el soporte (101) tiene forma de U.
4. Sensor según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** incluye un soporte (101), principalmente en forma de U que comprende de esta forma una primera parte (102) y una segunda parte (103) conectadas por una tercera parte (104) que constituye la base de la U, y **por el hecho de que** la aproximación de la primera y la
- 35 segunda parte del soporte producen un accionamiento de la primera rueda dentada por el diente de la viga de accionamiento (107) mientras que el alejamiento de estas dos partes produce una retención de la primera rueda dentada (106) por parte el dispositivo antirretorno (113) y una retracción del diente de la viga de accionamiento (107) sobre un diente de la primera rueda dentada (106).
- 40 5. Sensor según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** todos sus elementos están hechos de silicio.

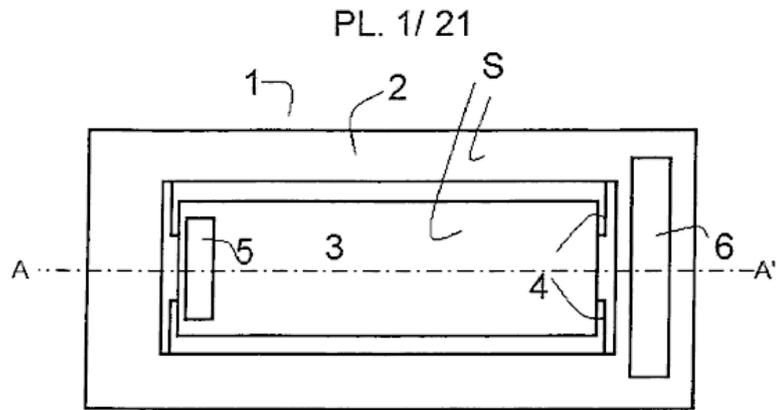


Fig.1

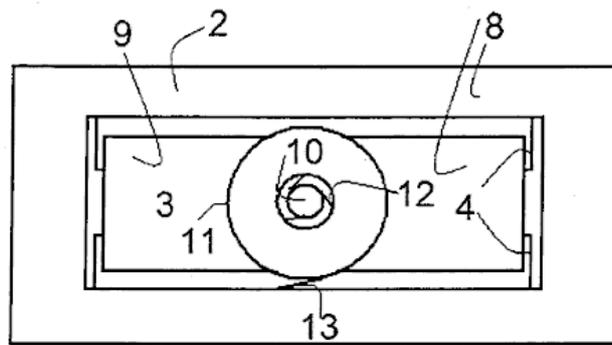


Fig.2

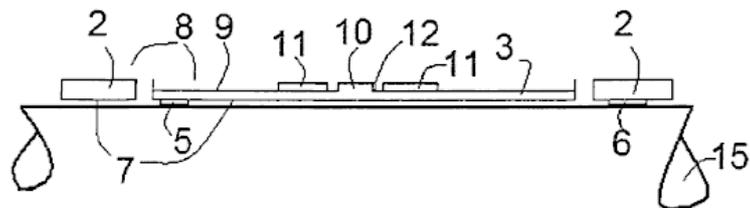


Fig.3

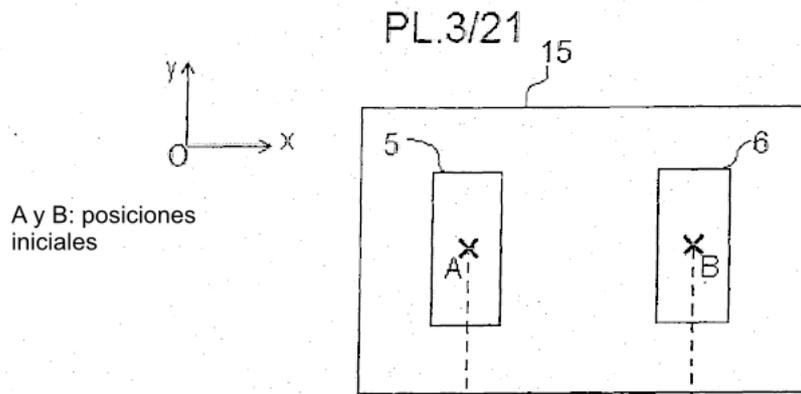
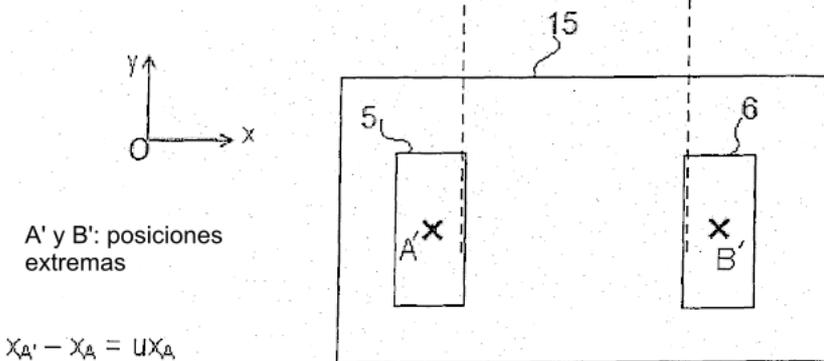


Fig. 5a



$$x_{A'} - x_A = Ux_A$$

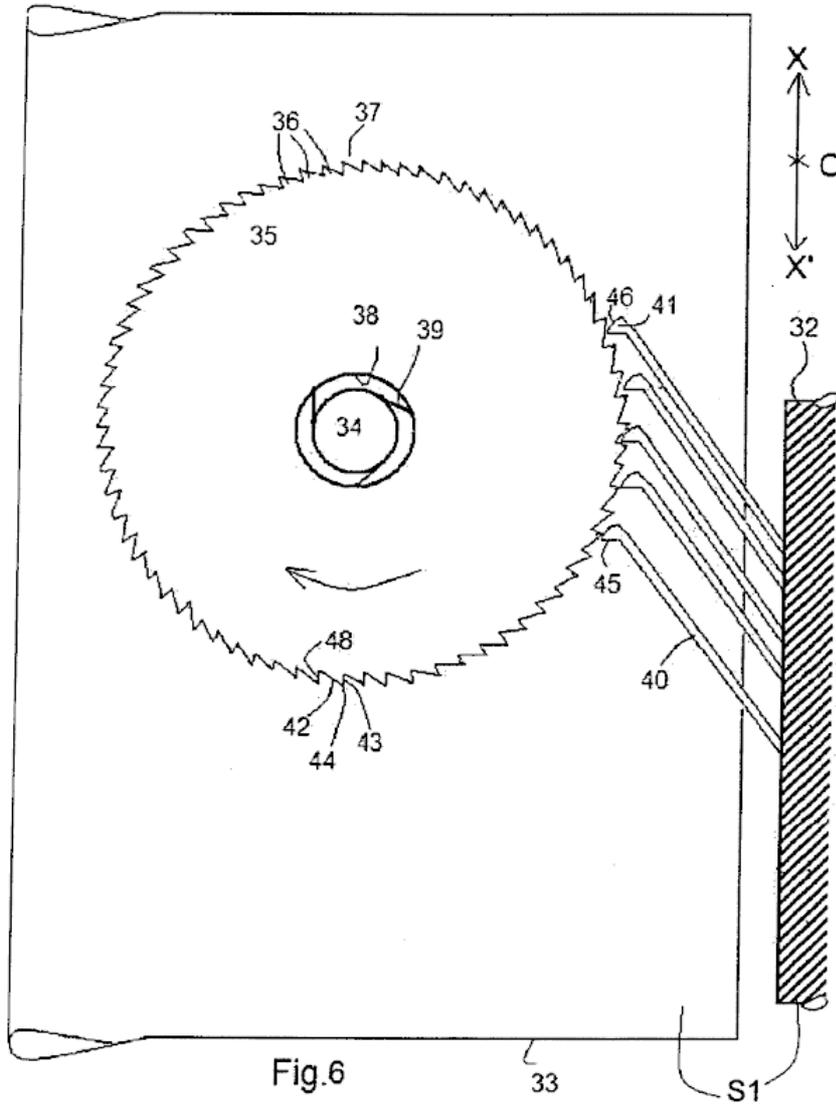
$$x_{B'} - x_B = Ux_B$$

$$\Delta x = (x_{A'} - x_A) - (x_{B'} - x_B)$$

$$\Delta y = 0$$

Fig. 5b

PL. 4/21



PL 5/ 21

Sensor de eventos sin fuente de energía

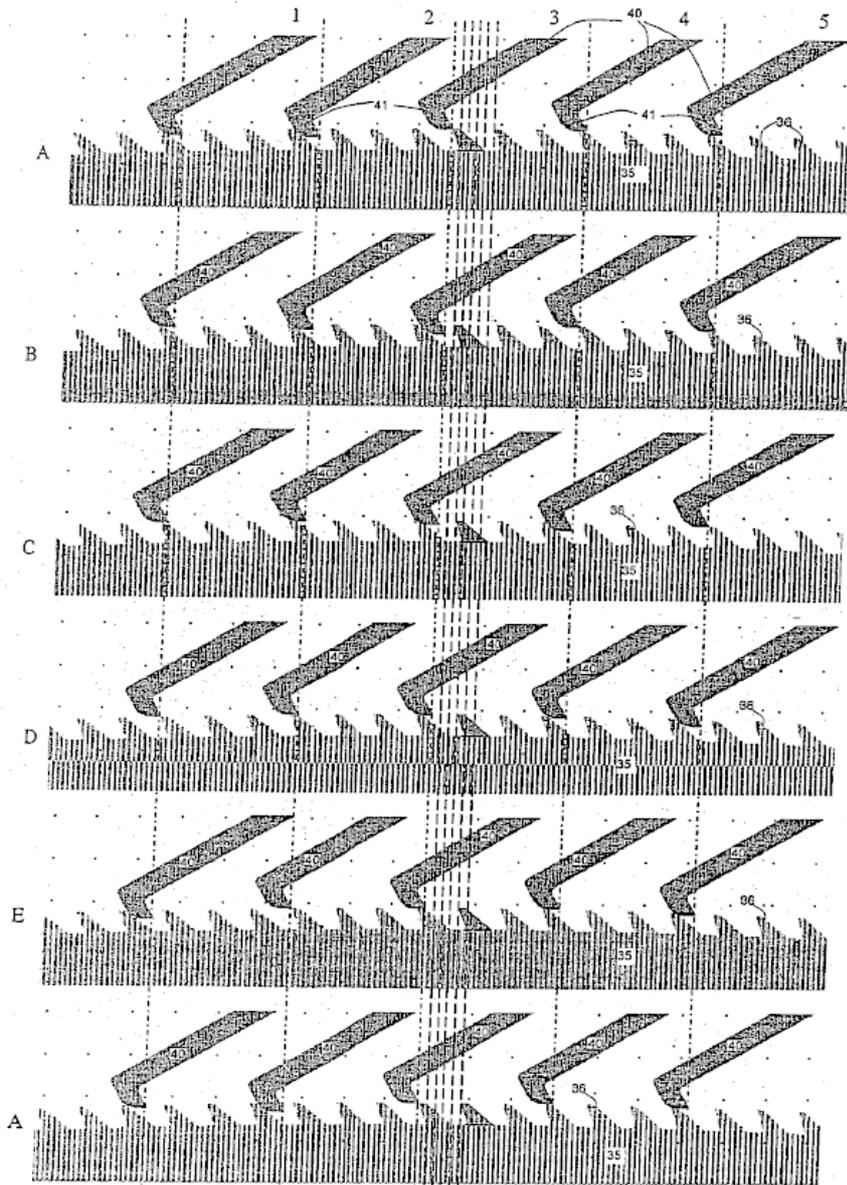


Fig. 7

PL. 6/21

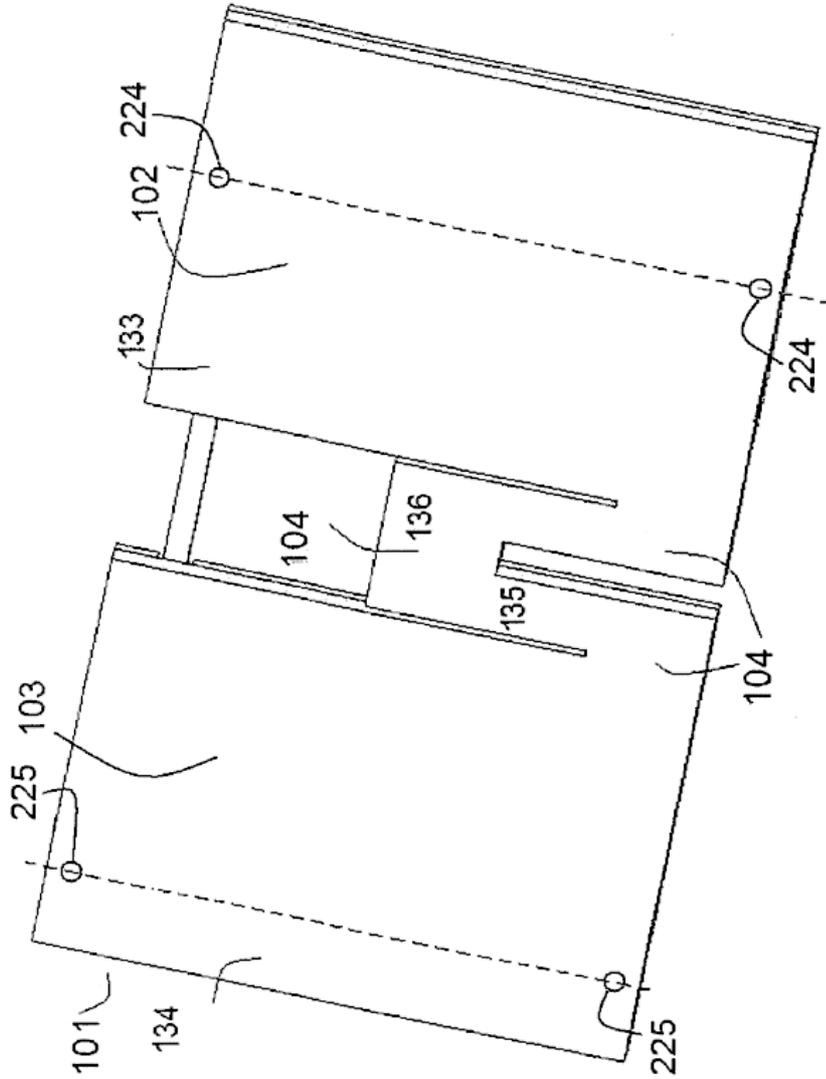
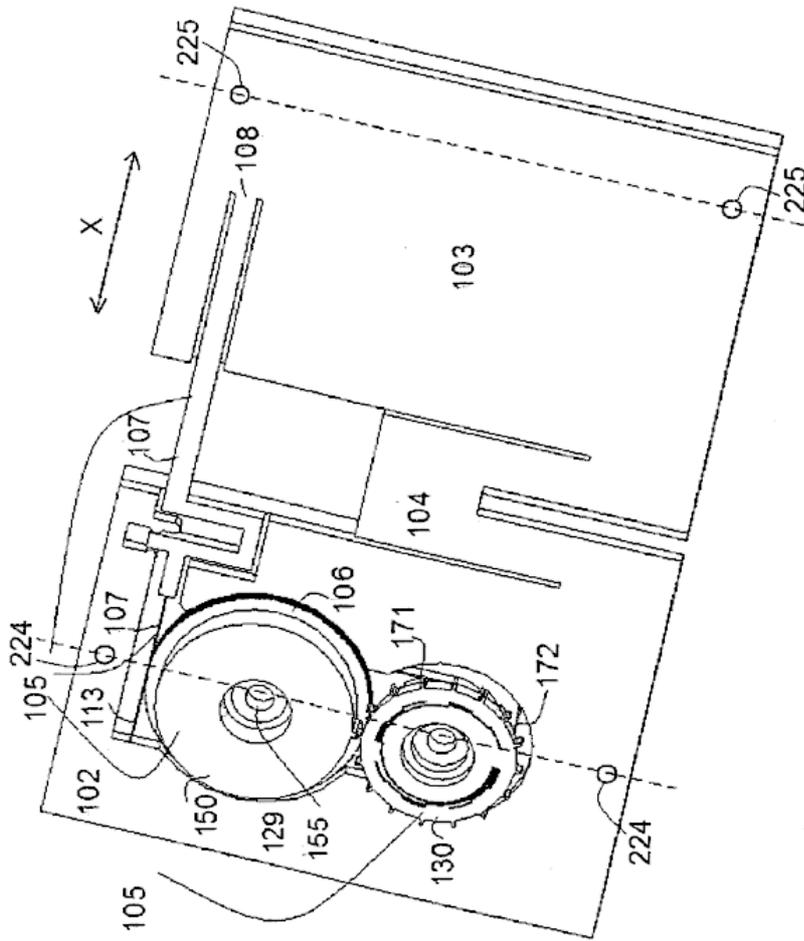


Fig. 8

PL. 7/21



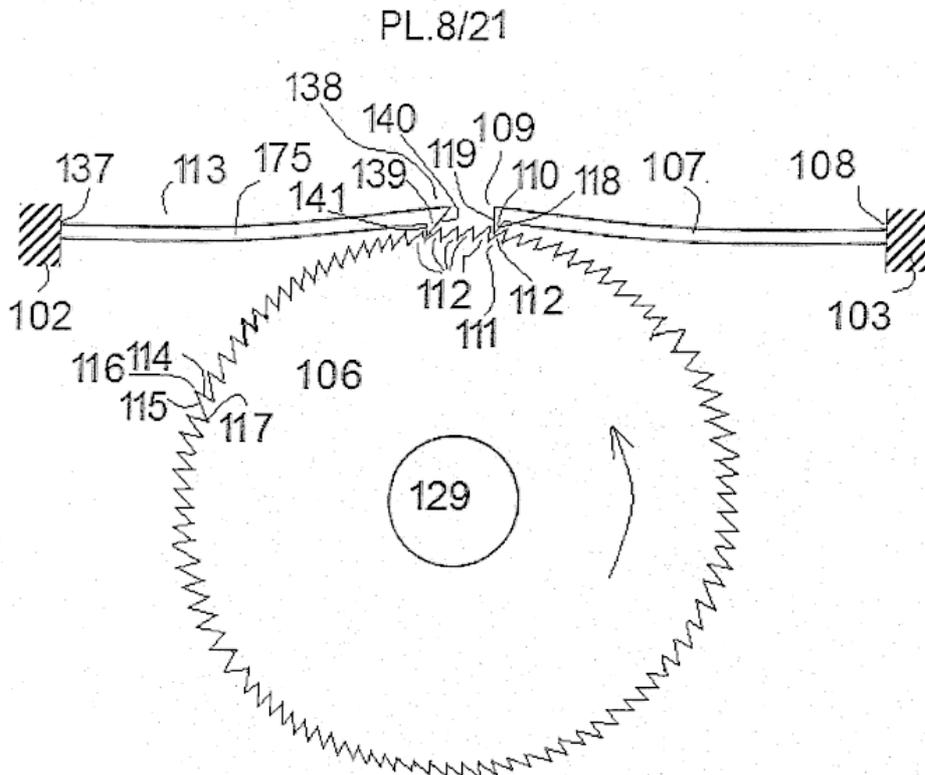


Fig. 10

PL. 9/21

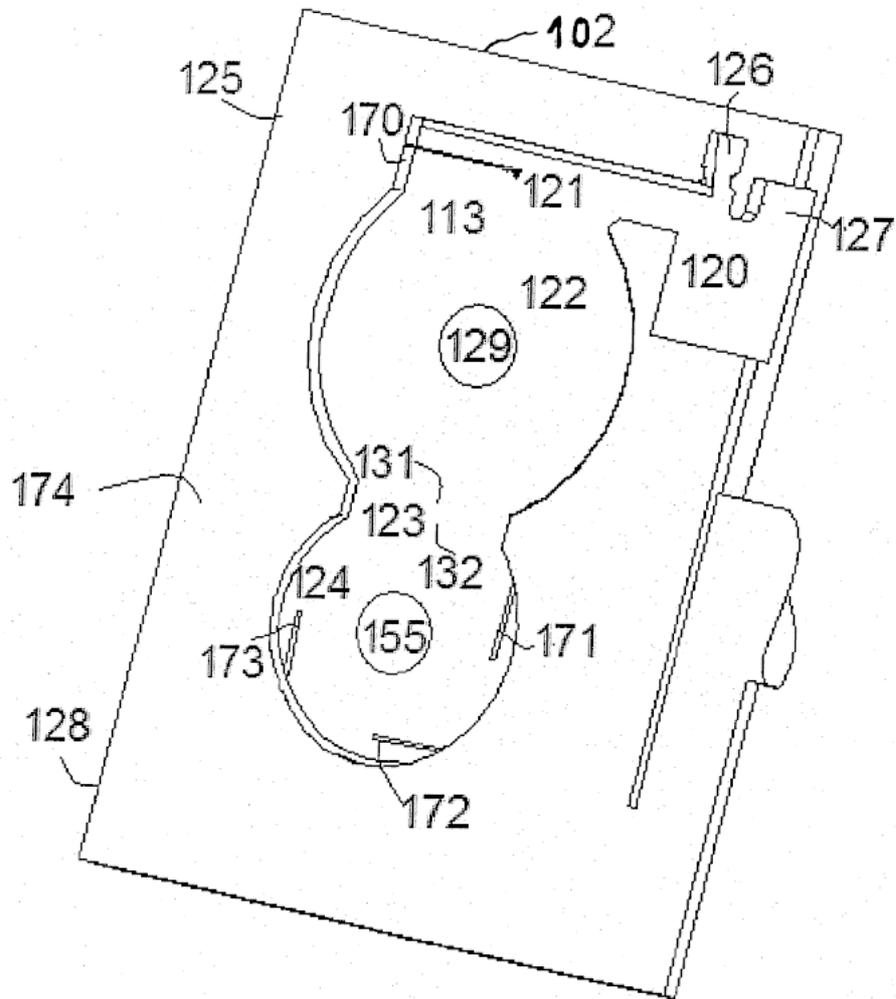
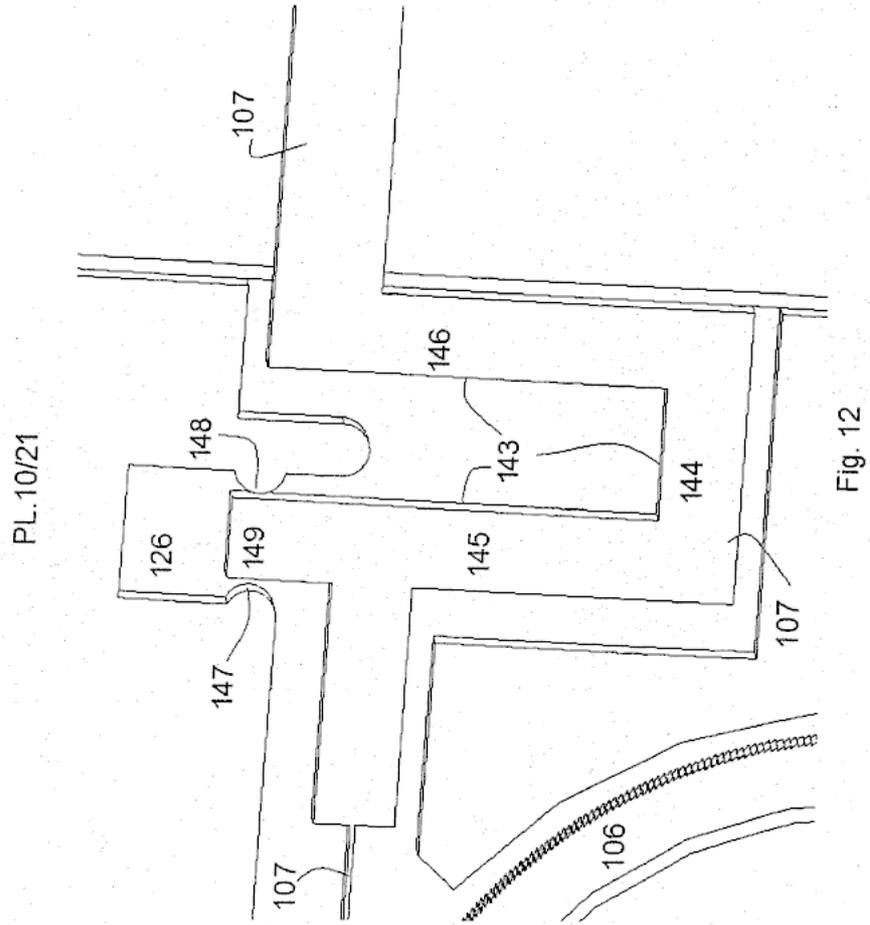


Fig. 11



PL. 11/21

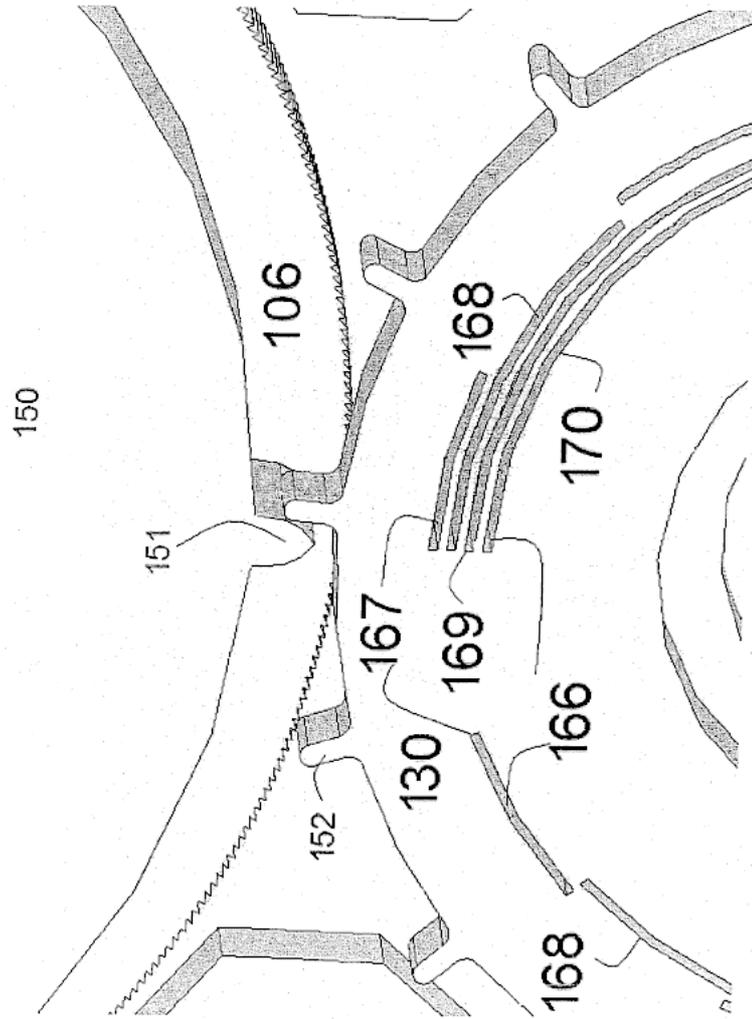


Fig. 13

PL. 13/21

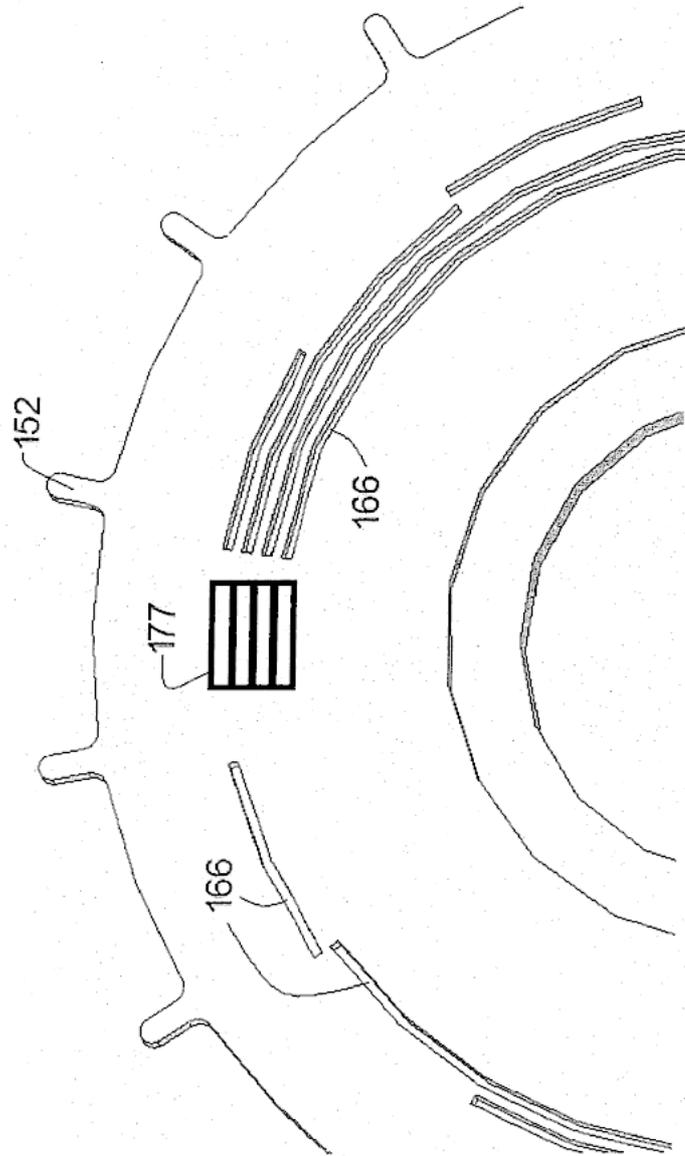


Fig. 15a

PL. 14/21

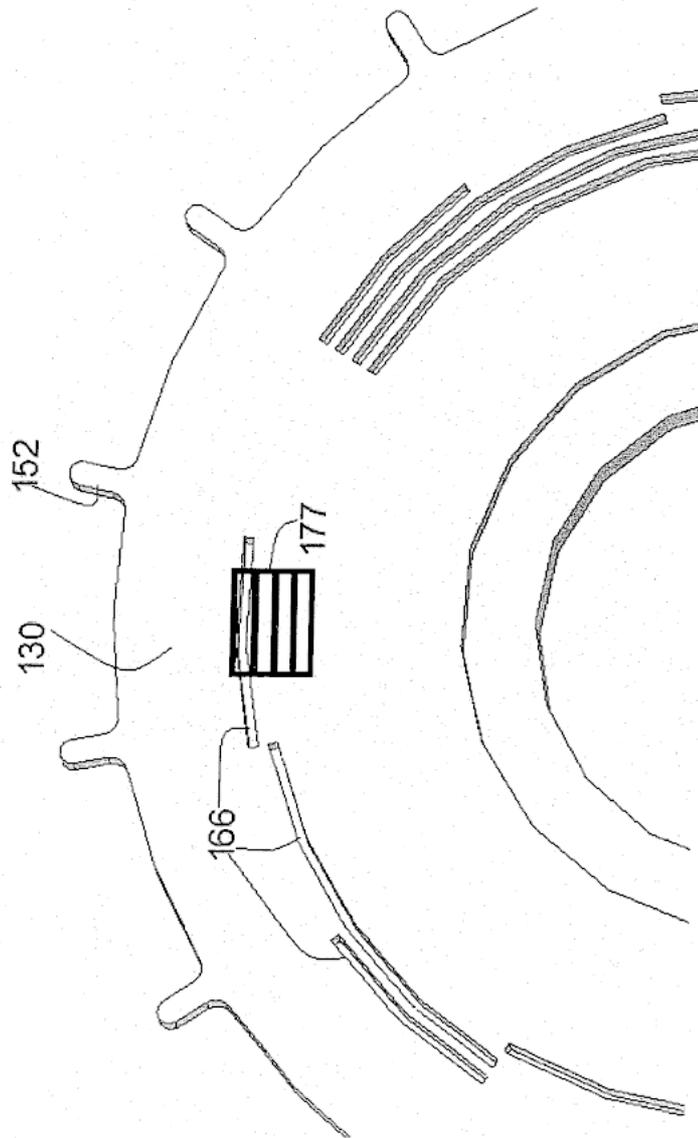


Fig 15b

PL. 15/21

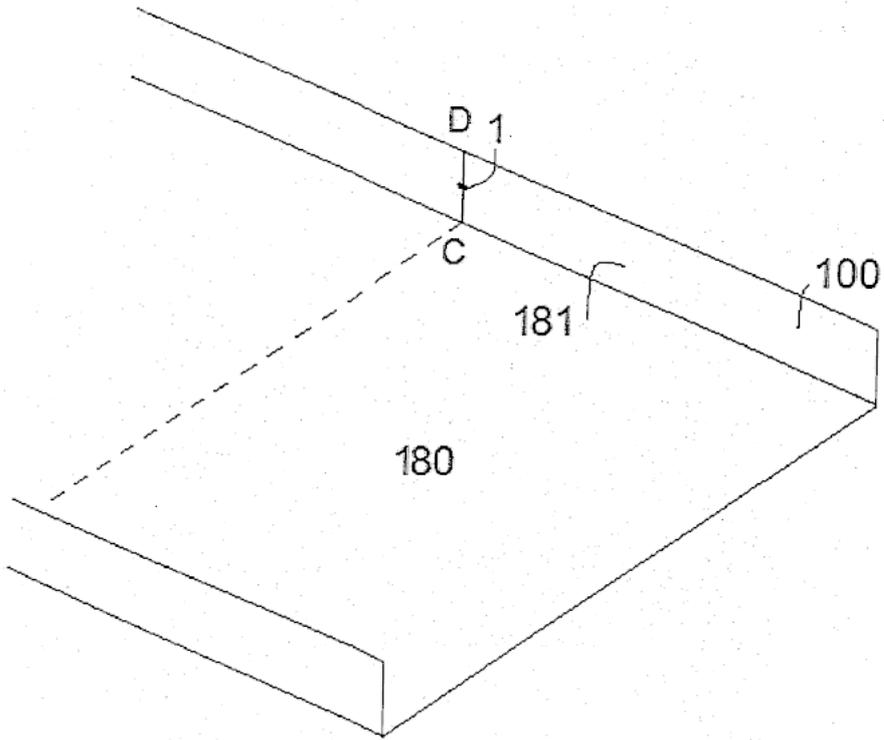


Fig. 16

PL. 16/21

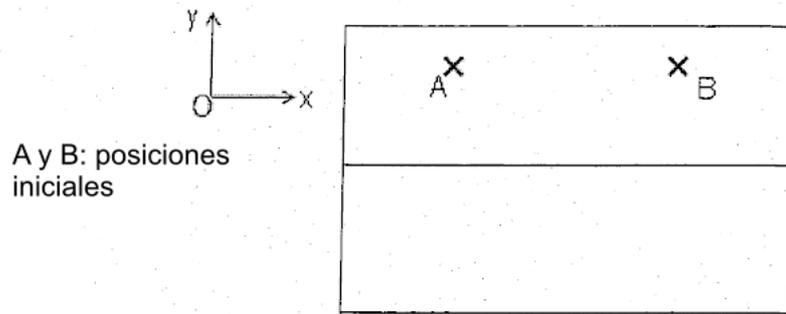
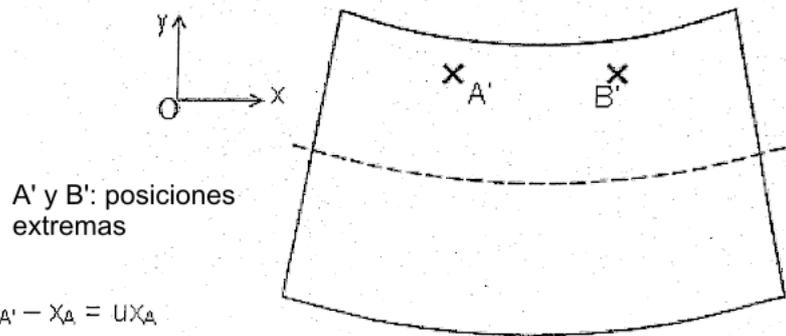


Fig. 17a



$$x_{A'} - x_A = u x_A$$

$$x_{B'} - x_B = u x_B$$

$$\Delta x = (x_{A'} - x_A) - (x_{B'} - x_B)$$

Fig. 17b

PL 17/21

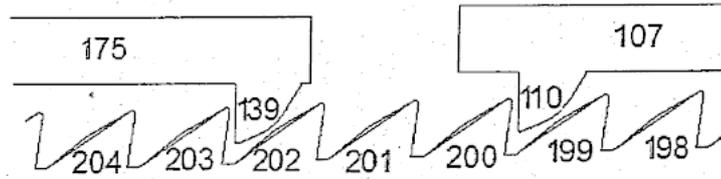


Fig. 18 a

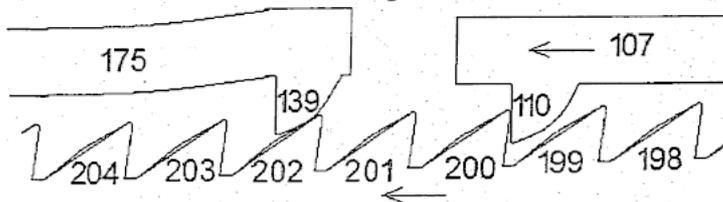


Fig. 18 b

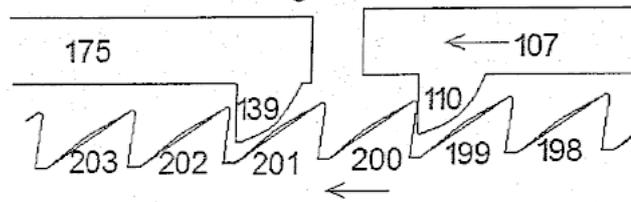


Fig 18c

PL.18/21

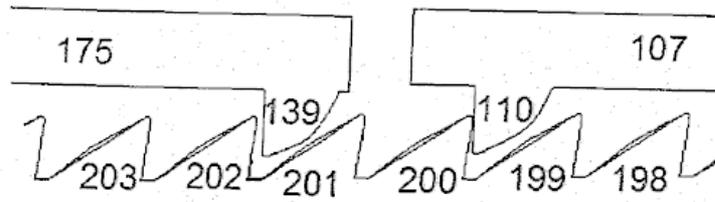


Fig. 18c

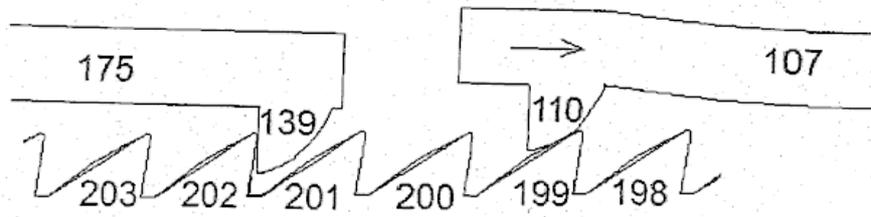


Fig. 18d

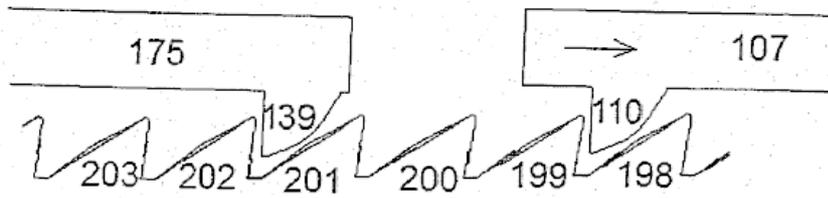


Fig. 18e

PL. 19/21

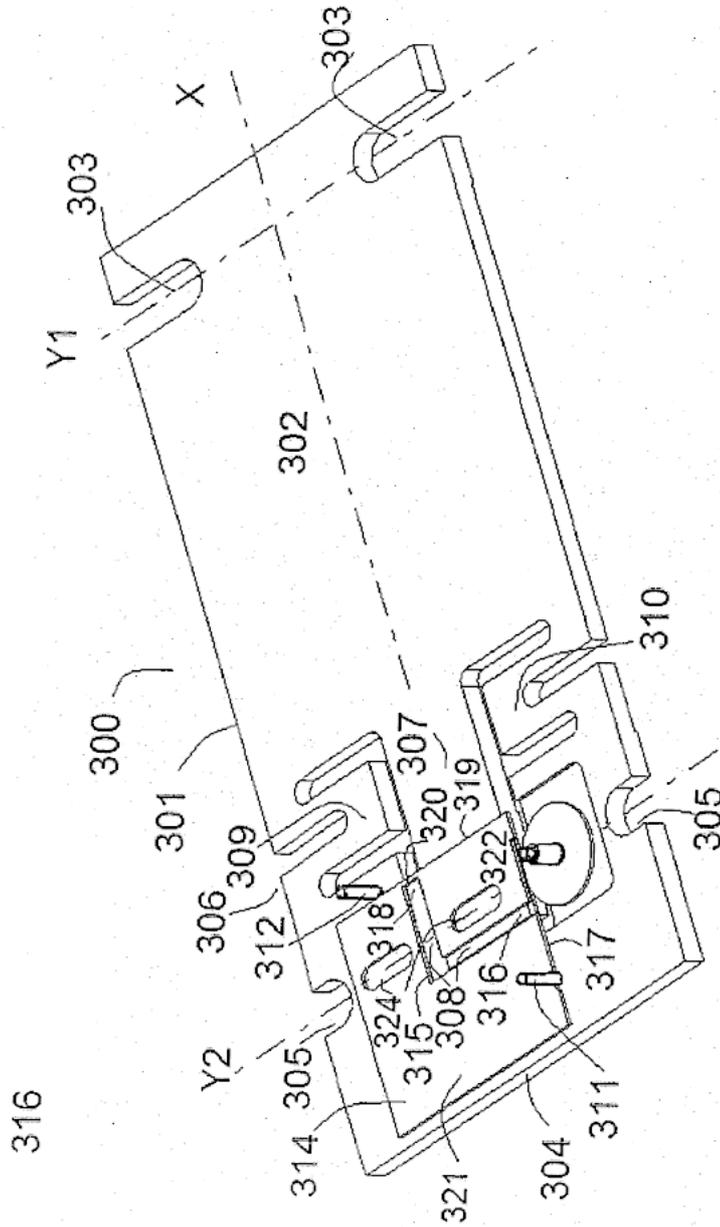


Fig. 19

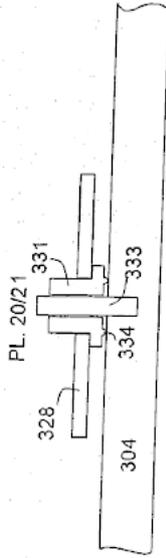


Fig. 20

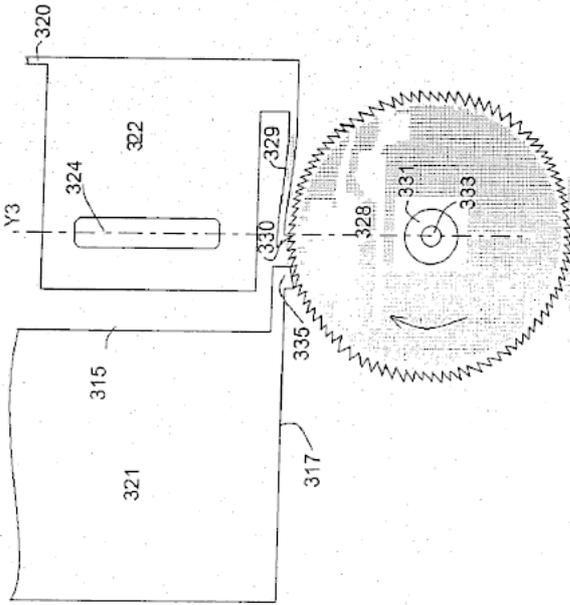


Fig 21

