

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 827**

51 Int. Cl.:

**G01P 15/03** (2006.01)

**B60R 21/0132** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2011 E 11723432 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2691780**

54 Título: **Sistema de medición de la variación de velocidad de un cuerpo móvil**

30 Prioridad:

**30.03.2011 EP 11290158**

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

**12.11.2015**

73 Titular/es:

**SIEMENS S.A.S. (100.0%)  
40 avenue des Fruitiers  
93527 Saint-Denis Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**CLARISSOU, YVES**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 550 827 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de medición de la variación de velocidad de un cuerpo móvil

La presente invención se refiere a un sistema de medición de una variación de velocidad de un cuerpo móvil en función del tiempo, según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En particular, la presente invención se refiere al dominio de los vehículos, particularmente de los vehículos guiados, que necesitan una medición segura de su aceleración como, por ejemplo, los vehículos guiados en el ámbito ferroviario. Por "vehículo guiado", se hace referencia a los medios de transporte público como autobuses, trolebuses, tranvías, metros, trenes o unidades de tren etc., para los que el aspecto de la seguridad es muy importante. De manera general, la presente invención se aplica a todo móvil (es decir, a todo cuerpo que se mueve o que es movido, como por ejemplo un vehículo automóvil) que está obligado a respetar por lo menos un criterio de seguridad en la aceleración. Este criterio de seguridad es particularmente susceptible de proteger al móvil en el momento de una aceleración, por ejemplo, un frenado de emergencia. Por aceleración, la presente invención hace referencia a las aceleraciones positivas (aumento de la velocidad en función del tiempo) y a las aceleraciones negativas o desaceleraciones (disminución de la velocidad en función del tiempo) del móvil.

15 Para un número de móviles, en particular los móviles que permiten el transporte de pasajeros, como por ejemplo, los metros manuales o automáticos, con rodamiento de hierro o neumático, es necesario determinar si la aceleración, positiva o negativa, sufrida por el móvil, es superior o no a un umbral predefinido. Por ejemplo, con el fin de garantizar la seguridad de un vehículo guiado, como por ejemplo un metro, la aceleración de este último en el momento

20 de un frenado de emergencia debe obligatoriamente respetar simultáneamente varios criterios de seguridad, entre los que están particularmente:

- un valor de desaceleración mínimo, tomado como hipótesis para calcular la distancia de parada de seguridad (típicamente  $1,8 \text{ m/s}^2$ );

25 - un valor de desaceleración máximo, más allá del cual los pasajeros que van a pie a bordo del vehículo corren el riesgo de caerse (típicamente:  $3,2 \text{ m/s}^2$  según la norma ASCE 21, o  $3,5 \text{ m/s}^2$  según la norma EN 13452).

El incumplimiento del primer criterio de seguridad (valor de desaceleración mínimo) es un acontecimiento de gravedad I considerado como "catastrófico" en el sentido de la norma EN-50126. El incumplimiento del segundo criterio de seguridad (valor de desaceleración máximo) es un acontecimiento de gravedad II considerado como "crítico" o III considerado como "marginal" en el sentido de la norma EN-50126. Otro criterio de seguridad es una variación rápida de la desaceleración del móvil durante un frenado de emergencia. En efecto, un Jerk del orden de 3 a  $6 \text{ m/s}^3$  debe ser respetado durante un frenado de emergencia con el fin de garantizar la seguridad del móvil. Este Jerk implica un método y un dispositivo de medición de la variación de velocidad del móvil, caracterizado por un tiempo de respuesta corto.

35 Los numerosos métodos y dispositivos para la medición de la aceleración de un móvil son conocidos por los expertos en la materia. Algunos decelerómetros utilizan, por ejemplo, un tubo lleno de mercurio para medir la desaceleración del móvil. Así, en GB 2 211 942 A o en DE 4 114 992 C2 se describen dispositivos apto para medir una aceleración a partir de una medida eléctrica u óptica de un desplazamiento de un fluido, en particular de un mercurio, contenido en el interior de un tubo sellado en forma de "U" o de "0". Desafortunadamente, dicho tubo es frágil, fácilmente dañable y por lo tanto susceptible de liberar dicho fluido que puede revelarse particularmente nocivo cuando se trata de mercurio. Además, tales decelerómetros generalmente sólo pueden indicar la variación de velocidad del móvil con arreglo al tiempo según una única dirección de desplazamiento de dicho móvil. Por lo tanto, cada dirección de desplazamiento del móvil debe de estar asociada con su propio dispositivo de medición de la aceleración. En particular, en el caso de vehículos guiados caracterizados por dos direcciones de desplazamiento, respectivamente, un desplazamiento hacia adelante y un desplazamiento hacia atrás, son necesarios dos decelerómetros con el fin de cubrir la medición de la aceleración en las dos direcciones de desplazamiento.

Otro dispositivo de medición de la aceleración se describe en US 4, 849, 655. Se trata de un dispositivo que consta de dos elementos, un primer elemento fijo y un segundo elemento que tiene un movimiento relativo con respecto a dicho primer elemento. Estos dos elementos son, por ejemplo, respectivamente, un emisor de campo magnético y un sensor de efecto Hall. En el momento de una aceleración, el movimiento relativo entre los dos elementos produce una variación del campo magnético que es detectada por el sensor. Este último producto entonces una señal correlacionada con la variación de velocidad del móvil. Esta señal se utiliza en particular para controlar un frenado del móvil.

Otros dispositivos están en particular basados en la detección y medición de la aceleración a partir de un sensor que cambia de tensión en función de su sentido de rotación (US 5, 659, 137), sobre un acelerador angular que utiliza mercurio como masa inercial (US 3, 147, 391), sobre una medición del desplazamiento de una parte de un péndulo sumergido en un líquido (US 5, 134, 883). Desafortunadamente, sus principios de funcionamiento son generalmente complejos, necesitando por ejemplo un análisis de la señal, e implicando también un coste de fabricación importante. De otra parte, estos dispositivos no son fiables durante un largo periodo de funcionamiento, dado que están sujetos a un desgaste particularmente mecánico de las piezas que lo constituyen, así como de las piezas que cooperan en la medición de la aceleración.

Un objetivo de la presente invención es proponer un dispositivo de medición de una variación de velocidad de un móvil en función del tiempo que sea simple, económicamente ventajoso, seguro, fiable y capaz de establecer con rapidez la medición de la variación (es decir, teniendo un tiempo de respuesta corto, en particular, del orden de 100 a 200 ms).

Otro objetivo de la presente invención es, en particular, permitir una determinación fiable de un rebasamiento de un umbral límite predefinido de aceleración sufrido por el móvil, independientemente de un tratamiento de una señal destinada a una medición o determinación de la aceleración.

Para estos objetivos se propone un dispositivo por medio del contenido de la reivindicación 1. Un conjunto de subreivindicaciones presenta también ventajas de la invención.

La presente invención propone un dispositivo de medición de una aceleración de un móvil, dicho dispositivo consta de:

- un cuerpo sólido que comprende una cavidad interior, particularmente delimitada por una o varias paredes que pertenecen a dicho cuerpo sólido, la cavidad es en particular cerrable u obturable y apta para permitir un desplazamiento libre de una pieza móvil;

- la cavidad interior de la que por lo menos una de las paredes es apta para formar una pista inclinada con relación a la horizontal y cuya superficie permite el desplazamiento libre, por ejemplo rectilíneo o curvilíneo, de la pieza móvil sobre la pista en la cavidad interior, entre una posición inicial de reposo y una posición alejada de la posición inicial, situada en un extremo de la cavidad interior, particularmente alcanzable por dicha pieza en el momento de una variación de aceleración, por ejemplo, cuando la aceleración del móvil es no nula y superior a un valor umbral, tan pronto como el dispositivo es acoplado al móvil. En particular, cuando el móvil reposa en plano sobre un plano horizontal y el dispositivo según la invención esta acoplado al móvil con el fin de medir su aceleración durante un desplazamiento del móvil, la posición inicial es apta para estar ocupada por la pieza móvil cuando el valor absoluto de la aceleración del móvil es inferior a un valor mínimo, mientras que la posición alejada, situada en un extremo de la cavidad es alcanzable por la pieza únicamente cuando la aceleración del móvil es no nula, y en particular cuando el signo de aceleración es opuesto al signo de una pendiente media de la pista (es decir, al símbolo algébrico positivo o negativo que caracteriza el valor medio de la pendiente) y cuando el valor absoluto de aceleración rebasa un valor umbral máximo de aceleración. En particular, la pieza móvil es un cuerpo circular, particularmente de forma cilíndrica o esférica, como por ejemplo un cilindro o una bola hueca o llena apta para desplazarse por rotación sobre la pista;

- una pieza móvil apta para desplazarse en el interior del cuerpo sólido, en la cavidad interior, bajo el efecto de la aceleración del móvil, en particular según una trayectoria rectilínea o curvilínea, de la posición inicial a la posición alejada, la energía potencial de la pieza en la posición alejada es en particular superior a la energía potencial de la pieza en la posición de reposo cuando el dispositivo de medición es acoplado al móvil en reposo sobre un plano horizontal;

- por lo menos un sensor apto para detectar una presencia de la pieza en la posición alejada.

el dispositivo según la invención se caracteriza porque el cuerpo sólido comprende, en particular, una parte central que consta de un calado destinado a formar por lo menos una parte de la cavidad, la parte central está formada en sándwich, particularmente de manera hermética, entre dos partes laterales.

Por pista, en la presente invención, se hace referencia en particular a una superficie generada por un desplazamiento continuo (por ejemplo entre la posición inicial y la posición alejada) de un extremo de un segmento de la recta en un plano perpendicular al segmento, que comprende la posición inicial y la posición alejada. Preferentemente, la pista es una superficie definida por un segmento de curva plana o una curva plana cerrada (por ejemplo un círculo) cuyo punto pasa por un punto variable que describe una recta o una curva que comprende la posición inicial y la posición alejada. En otros términos, la pista preferentemente se genera por un desplazamiento del segmento de curva plana o de la curva plana cerrada a lo largo de un camino plano rectilíneo o curvilíneo que une la posición inicial y la posición alejada.

5 Por ejemplo, la pista es una banda que tiene una copa transversal rectilínea o cóncava "en cangilón" y una copa longitudinal curvilínea o rectilínea, la banda está encerrada en el interior de la cavidad y forma una pared en esta última. De manera preferente, por lo menos una superficie de la pista y por lo menos una superficie de la pieza son susceptibles de entrar en contacto unas con otras y se caracterizan por una geometría y un material que garantiza una fricción débil entre la pista y la pieza. Por ejemplo, si la pieza se desplaza por deslizamiento sobre la pista, entonces la superficie de la pieza y la superficie de la pista comprenden respectivamente un primer y un segundo material que, cuando están en contacto uno con otro, se caracterizan por un coeficiente débil de fricción y una alta resistencia al desgaste. Se trata, por ejemplo, del carburo de tungsteno para la pieza y del acero para la pista. Evidentemente otras parejas de materiales de bajo coeficiente de fricción son conocidos por los expertos en la materia.

10 De manera ventajosa, la parte central es particularmente de espesor igual o superior a la anchura de la pieza, por ejemplo, al diámetro de la bola o a la altura del cilindro, y es susceptible de comprender en particular la pista. Además, la cavidad, así formada por separación de la parte central con las partes laterales, puede estar sometida a un vacío de aire o lleno de un gas particular. Dicho gas particular es, por ejemplo, el nitrógeno susceptible de evitar toda oxidación de la pieza o de la cavidad y que garantiza una humedad débil en la cavidad. Evidentemente, la cavidad interior de dicho cuerpo sólido puede ser creada según otros métodos y disposiciones conocidos por los expertos en la materia, como por ejemplo, por fabricación, perforación, y/o en particular utilizando una sola parte lateral con el fin de obturar la cavidad, o incluso por perforación de una pista-canal de sección circular en un cuerpo monobloque, dicho canal puede después ser conectada en los extremos.

15 Según la presente invención, las partes laterales son aptas para estar dispuestas respectivamente de una y otra parte de la parte central y para compartimentar el calado, con el fin de formar la cavidad según la invención por medio de la compartimentación del calado. Ventajosamente, la compartimentación puede ser hermética. También, por lo menos una de las partes laterales es por lo menos susceptible de cooperar con el detector con el fin, por ejemplo, de servirle de soporte y/o de permitir la detección. En particular, el detector es posicionable enfrente de la posición alejada. Se trata, por ejemplo, de un sensor inductivo apto para detectar la pieza que consta, en este caso, de por lo menos una parte metálica, o de un sensor óptico apto para detectar la pieza que es en este otro caso opaca. En todos los casos, el material de la parte lateral está adaptado a un tipo de detección efectuada por el detector: material transparente en caso de detección óptica de la presencia de la pieza, o aun material no conductor en caso de utilización de un detector de metal y de una pieza constituida por lo menos en parte de metálico.

20 En particular, el cuerpo sólido del dispositivo según la invención, es más apto para ser acoplado al móvil y cooperar con un sistema de frenado de dicho móvil. En efecto, el detector, según la invención, es en particular capaz, por ejemplo, de señalar al sistema de frenado la presencia de la pieza en la posición alejada. Ventajosamente, el cuerpo sólido del dispositivo puede solidarizarse a una parte horizontal del móvil.

25 Según un primer modo de realización de la presente invención, la pista es en particular una superficie plana destinada a formar un plano inclinado de un ángulo  $\theta$  con relación a la horizontal cuando el cuerpo sólido es acoplado al móvil, este último está en reposo sobre un plano horizontal. Si el cuerpo sólido del dispositivo se solidariza a una parte horizontal de dicho móvil, entonces, la pista forma un ángulo  $\theta$  con relación a la parte horizontal del móvil, por ejemplo, su suelo. Ventajosamente, la cavidad puede ser de forma sensiblemente paralelepípedica, una de las caras del paralelepípedo forma entonces el plano inclinado, es decir, la pista.

30 Según un segundo modo particular de realización, la pista es una banda que describe una trayectoria curvilínea. Ventajosamente, la pista puede entonces ser una pista convexa cuya pendiente disminuye de la posición inicial a la posición alejada.

35 Con el fin de detectar una aceleración positiva y negativa del móvil, dos dispositivos idénticos, según la invención, respectivamente un primer y un segundo dispositivo, pueden solidarizarse simétricamente de extremo a extremo o solidarizarse uno al lado del otro, de modo que el primer dispositivo sea apto para medir una aceleración positiva, y el segundo dispositivo una aceleración negativa. En efecto, cuando el móvil reposa plano en un plano horizontal y cuando los dispositivos son acoplados a dicho móvil con el fin de medir su aceleración durante un desplazamiento de dicho móvil en una dirección, el valor de la pendiente de la pista del primer dispositivo en un punto de la pista del primer dispositivo será opuesta al valor de la pendiente de la pista del segundo dispositivo en un punto simétrico a dicho punto del primer dispositivo, tan pronto como las pendientes no tienen un valor nulo. Desde entonces, una aceleración negativa de dicho móvil será apta para ser medida por el dispositivo cuya pista tiene una pendiente positiva, y una aceleración positiva será apta para ser medida por el dispositivo cuya pista tiene una pendiente negativa, el signo de la pendiente de una pista es preferentemente o positiva o negativa. La detección de las aceleraciones positivas y negativas de dicho móvil puede también ser efectuada por el dispositivo, en particular según el tercer modo de realización.

40 Según este tercer modo particular de realización, el cuerpo sólido comprende particularmente otra cavidad delimitada por una o varias de sus paredes, esta otra cavidad es simétrica a la cavidad y comunica con esta última

de manera que permite un desplazamiento libre de la pieza de una cavidad a la otra. En particular, la otra cavidad comprende otra pista apta para forma con la pista de la cavidad un camino continuo entre la posición alejada en un extremo de la cavidad y otra posición alejada situada en un extremo de la otra cavidad. De parte de la simetría, la posición inicial se encuentra a partir de entonces en igual distancia a la de la posición alejada y de la otra posición alejada, es decir, a igual distancia que los extremos de cada una de las cavidades. En particular, la otra pista es otro plano inclinado de un ángulo  $\pi-\theta$ , (es decir, ángulo igual y opuesto a  $\theta$ ) con relación a la horizontal cuando el cuerpo sólido esta acoplado al móvil en reposo sobre un plano horizontal, de modo que el plano inclinado y el otro plano inclinado forman sensiblemente un diedro caracterizado por un ángulo diédral igual a  $\pi-\theta$ , la intersección de los dos planos corresponde a la posición inicial y al extremo, particularmente cerrado, de la otra cavidad que corresponde a la otra posición alejada alcanzable por la pieza cuando la aceleración del móvil es no nula, y el signo de aceleración es opuesto al signo de una pendiente media de la otra pista y el valor absoluto de aceleración sobrepasa un valor umbral máximo de aceleración, la otra posición alejada es más simétrica a la posición alejada, y la pieza se puede desplazar libremente bajo el efecto de la aceleración del móvil, en particular de manera rectilínea, de la posición inicial a una u otra de las posiciones alejadas en función del signo positivo o negativo de la aceleración del móvil.

Cualquiera que sea el modo de realización de la presente invención, a lo largo de la pista pueden estar colocados uno o varios detectores con el fin de detectar respectivamente uno o varios niveles de aceleración. Además, por lo menos una de las posiciones inicial o alejada comprende en particular un imán apto para cooperar por lo menos con una parte metálica de la pieza con el fin de estabilizar dicha pieza en la posición por imantación de la pieza a dicha posición. El imán puede ventajosamente ser sumergido en el cuerpo sólido en la cercanía de dicha posición. Además, por lo menos una de las posiciones inicial o alejada puede ser equipada en particular de un tapón de parada, por ejemplo de material absorbente, apto para amortiguar un efecto de choque entre la pieza y el extremo de la cavidad y/o de la otra cavidad.

Según la presente invención, la energía potencial que es susceptible de adquirir la pieza móvil cuando está en la posición alejada o en la otra posición alejada es preferentemente superior a la energía potencial que es susceptible de adquirir dicha pieza cuando está en la posición inicial, cuando el dispositivo según la invención esta montado o fijado en el móvil en reposo en un plano horizontal. En otros términos, el posicionamiento en el cuerpo sólido de la posición inicial y de la posición alejada o de la otra posición alejada se caracteriza preferentemente porque, cuando el dispositivo según la invención está montado o fijado en el móvil en reposo sobre un plano horizontal, la energía potencial de la pieza móvil en la posición alejada o en la otra posición alejada es superior a la energía potencial de la pieza en la posición inicial.

Los ejemplos de realizaciones y de aplicaciones que se proporcionan por medio de las figuras siguientes ayudarán a comprender mejor la presente invención. Los números de referencia utilizados en una figura son repetidos de manera coherente en las otras figuras.

Figura 1 ejemplo de realización según la invención de un dispositivo de medición de la aceleración acoplado a un vehículo.

Figura 2 ejemplo de realización según la invención de un dispositivo de medición de la aceleración de un móvil.

Figura 3 ejemplo de realización según la invención de un dispositivo de medición de la aceleración de un móvil según otro modo de realización.

Figura 4 ejemplo de realización según la invención de un dispositivo de medición de la aceleración de un móvil que comprende un cuerpo sólido monobloque.

A título de ejemplo, la figura 1 muestra un dispositivo 1 de medición de la aceleración de un móvil según la invención, dicho móvil es en particular un vehículo 2 al cual se acopla el dispositivo 1. Dicho dispositivo 1 puede ser fijado en particular a un suelo 21 horizontal del vehículo 2 y conectado a un sistema de frenado 22 de dicho vehículo. Ventajosamente, permite identificar de manera rápida, segura y fiable el rebasamiento de un valor umbral máximo de aceleración, en particular predefinido, de dicho vehículo, sea un vehículo ferroviario, un metro/tranvía en rueda de hierro o neumática, y de limitar dicha aceleración transmitiendo una señal apta para informar al sistema de frenado 22 de dicho rebasamiento. Dicha señal puede ser transmitida, por ejemplo, ya sea directamente en redes neumáticas, hidráulicas o eléctricas del vehículo, ya sea a una unidad central de control del frenado, o incluso a una unidad general de control del vehículo, por ejemplo, una unidad de control de un tren automático.

Una posición ortonormal (0, x, y, z) como se representa en la Fig. 1 será utilizada en la siguiente descripción con el fin de ayudar al lector a comprender la presente invención. Esta posición ortonormal es una posición convencional que permite situar el dispositivo 1 con relación al vehículo. Esta posición comprende un eje longitudinal (Ox) paralelo a una dirección de desplazamiento del vehículo (por ejemplo paralelo a los raíles que aseguran el guiado de dicho vehículo), un eje transversal (Oy) perpendicular al eje longitudinal (Ox) y un eje vertical (Oz) perpendicular al plano formado por el eje longitudinal (Ox) y el eje transversal (Oy). El eje vertical (Oz) es particularmente perpendicular al

suelo del vehículo 2. Es así perpendicular al suelo sobre el cual el vehículo es apto para desplazarse cuando dicho suelo es una superficie plana horizontal, sin peralte.

La figura 2 representa un corte lateral A y un corte transversal B de un ejemplo de realización según la invención de un dispositivo 1 de medición de la aceleración de un móvil que puede equipar dicho móvil tal como se representa en la Fig. 1, dicho dispositivo es particularmente capaz de señalar un rebasamiento por la aceleración de un valor umbral de aceleración predefinido, dicho dispositivo consta de:

- un cuerpo sólido que comprende una cavidad interior 12;

- una cavidad 12 de la que por lo menos una pared es apta para formar una pista 121 cuya superficie permite un desplazamiento libre de una pieza 13 móvil, en particular una bola, sobre la pista 121 en la cavidad 12 entre una posición inicial 131 de reposo y una posición alejada 133 de la posición inicial, la posición alejada está situada en un extremo de la cavidad. Ventajosamente, dicha pista 121 es en particular una superficie plana destinada a formar un plano inclinado de un ángulo  $\theta$  con relación a la horizontal, de modo que la pista sea caracterizada por una pendiente positiva constante. Además, la posición inicial 131 es en particular apta para estar ocupada por la pieza 13 cuando el valor absoluto de aceleración del móvil es inferior a un valor umbral mínimo positivo, mientras que la posición alejada 133, situada en un extremo de la cavidad es alcanzable por la pieza 13 bajo el efecto de la aceleración del móvil cuando la aceleración de dicho móvil es no nula, y cuando el signo de aceleración es opuesto al signo de la pendiente de la pista y el valor absoluto de aceleración rebasa un valor umbral máximo positivo de aceleración. Para una aceleración del móvil comprendida entre el valor umbral mínimo y el valor umbral máximo, la geometría de la pista permite a la pieza 13 situarse en una posición intermedia 132 entre las posiciones inicial 131 y alejada 133;

- una bola 13, apta para desplazarse libremente bajo el efecto de la aceleración del móvil según una trayectoria rectilínea sobre el plano inclinado en la cavidad de la posición inicial 131 a la posición alejada 133 y a la inversa;

- por lo menos un detector 14 apto para detectar la presencia de la bola 13 en la posición alejada 133 y para cooperar con un sistema de frenado 22 del móvil, por ejemplo, suministrando una información relativa a la presencia en forma de una señal eléctrica que puede particularmente ser transmitida al sistema de frenado 22 apta para controlar y pedir el frenado del móvil. En particular, son factibles varios tipos de detectores para efectuar la detección de la presencia de la pieza, que es o la bola 13 o un cilindro móvil. Se trata por ejemplo de una detección por el sensor de la proximidad metálica de tipo inductivo o incluso, una detección óptica que comprende particularmente un emisor y un receptor situados transversalmente de una y otra parte de la cavidad, por ejemplo enfrente de la posición inicial 131 y/o alejada 133.

El cuerpo sólido está constituido, en particular, por lo menos de un material duro fácilmente trabajable (metal, cerámica o plástico duro) y puede comprender un medio de fijación apto para fijar rigidamente el cuerpo sólido sobre una estructura o en una caja del móvil de modo que el plano inclinado sea inclinado del ángulo  $\theta$  con relación a la horizontal cuando el móvil está sobre un plano horizontal. En particular, el cuerpo sólido comprende un medio de inclinación (por ejemplo a tornillo o a muelle) que permite variar el  $\theta$  con relación a la horizontal cuando el móvil está sobre un plano horizontal con el fin de variar el valor umbral de aceleración. Preferentemente, la pieza 13 está constituida por metal (acero o acero inoxidable). El cuerpo sólido puede, en particular, comprender una parte central 111 que contiene por lo menos de una parte de la cavidad 12, y dos partes laterales 15 que pueden, en particular, estar situadas de uno y otro lado de la parte central 111 con el fin de formar de manera hermética la cavidad 12 con la parte central 111 y con el fin de mantener transversalmente la pieza 13 móvil (es decir, de asegurar un mantenimiento transversal según y).

El detector 14 según la invención, es preferentemente un sensor inductivo apto para reaccionar a una naturaleza metálica conductora de electricidad de la pieza 13, o un sensor óptico apto para reaccionar a una naturaleza opaca de la pieza. Con este fin, por lo menos una de las partes laterales 15, en particular la parte lateral susceptible de servir de soporte al sensor, contiene una zona transparente a las señales utilizadas por el detector 14 para detectar la pieza 13. Se puede tratar de una zona ópticamente transparente que permite la detección óptica de la pieza 13, o de una zona formada de un material no conductor en el caso de una detección por inducción.

De manera conocida, en el momento de un desplazamiento del móvil sobre una vía plana sin peralte, la aceleración de la pieza 13 según el eje vertical (Oz) es la aceleración del peso  $g$ , y la aceleración  $a$  según el eje longitudinal (Ox) es la derivada segunda del movimiento  $x(t)$  del móvil de modo que  $a = d^2x/dt^2$ . La posición inicial 131 de reposo de la pieza 13 móvil es la posición ocupada por la pieza 13 cuando el móvil está en aceleración positiva según el eje longitudinal (Ox), cuando el móvil está en reposo o tiene una velocidad constante, y cuando el móvil tiene una aceleración negativa (o desaceleración) moderada inferior a un valor umbral mínimo positivo de aceleración, por ejemplo  $g \cdot \tan(\theta)$ ,  $\theta$  está comprendido en este caso en el intervalo  $[0, \pi/2]$ . La posición alejada 133 de la pieza 13 es la posición ocupada por la pieza 13 cuando el móvil está en aceleración negativa o desaceleración de modo que la

desaceleración rebasa un valor umbral máximo de aceleración, por ejemplo cuando la desaceleración es superior a  $g \cdot \tan(\theta)$ ,  $\theta$  está comprendido en este caso en el intervalo  $[0, \pi/2]$ .

Si el móvil se desplaza sobre una vía en pendiente caracterizada por un valor  $p$  de ángulo de pendiente, un cambio de posición que consiste en una rotación del ángulo  $p$  alrededor del eje (Oy) permite determinar que la aceleración de la pieza 13 según el eje (Oz) sea igual a  $g \cdot \cos(p)$  que es próxima de  $g$  para las pendientes  $p$  débiles (aproximación de los pequeños ángulos), y la aceleración según el eje (Ox) es igual a  $\mathbf{a} = d^2\mathbf{x}/dt^2 + g \cdot \sin(p)$ . Como esta última aceleración afecta tanto al dispositivo según la invención como a los pasajeros del móvil, no es necesaria ninguna corrección de la pendiente con el fin de corregir una influencia de la pendiente sobre el dispositivo según la invención. Así, el dispositivo según la invención está adaptado para funcionar de la misma manera tanto si el móvil se desplaza sobre un plano horizontal o sobre una vía en pendiente, por ejemplo sobre un plano inclinado.

También, puede ser evaluada la influencia del peralte de una vía sobre la que se desplaza el móvil que contiene el dispositivo según la invención. En efecto, sobre una vía en peralte caracterizada por un valor  $d$  del ángulo del peralte, un cambio de posición que consiste en una rotación del ángulo  $d$  alrededor del eje X permite calcular de manera fácil la aceleración percibida por la pieza 13. En efecto, en este caso, la aceleración percibida según (Oz) es igual a  $g \cdot \cos(d)$ , cuyo valor es próximo a  $g$  para los pequeños ángulos  $d$  de peralte. La aceleración percibida por la pieza 13 según el eje (Ox) es invariable  $\mathbf{a} = d^2\mathbf{x}/dt^2$ . Así, el dispositivo según la invención es apto para funcionar de la misma manera cuando el móvil acelera sobre una vía con o sin peralte.

La figura 3 representa una sección transversal del dispositivo según la invención según otro modo de realización que corresponde al tercer modo de realización previamente citado. En efecto, según este otro modo de realización, el cuerpo sólido del dispositivo 1 contiene particularmente otra cavidad 16 simétricamente idéntica a la cavidad 12, comunicando con esta última, y que contiene otra pista apta para formar con la pista de la cavidad 12 un camino continuo entre la posición alejada 133 situada en un extremo de la cavidad 12 y otra posición alejada 134 situada en un extremo de la otra cavidad 16, dicha otra posición alejada 134 y dicha posición alejada 133 puede cada una ser equipada de un detector según la invención. Por parte de la simetría, la posición inicial 131 se encuentra desde entonces a medio camino de los extremos. En particular, la otra pista es otro plano inclinado de un ángulo  $\pi - \theta$  (es decir, el ángulo igual y opuesto a  $\theta$ ) con relación a la horizontal cuando el cuerpo sólido es acoplado al móvil en reposo sobre un plano horizontal, de modo que el plano inclinado y el otro plano inclinado forman un diedro caracterizado por un ángulo diédral igual a  $\pi - 2\theta$ . En particular, cada una de las cavidades 16 y 12 pueden ser cavadas o trabajadas en una parte central 111 del cuerpo sólido del dispositivo 1, y en las partes laterales pueden cerrar o compartimentar lateralmente la cavidad y la otra cavidad con el fin de formar un recinto cerrado formado por las dos cavidades, apto para comprender la pieza 13 móvil y para permitir su desplazamiento de una a otra de las cavidades. La pieza 13 móvil puede, en particular, ser o una bola o un cilindro (lleno o hueco).

El dispositivo según la invención descrito en la Fig. 3 es así capaz de medir un rebasamiento de un valor umbral máximo de aceleración positiva y de desaceleración. Se trata por lo tanto de un sistema bidireccional apto para controlar la aceleración de vehículos que puede ser particularmente reversibles, como es el caso de los vehículos ferroviarios, metros y tranvías. Según este modo de realización preferente del dispositivo descrito en la Fig. 3, la posición inicial 131 de reposo de la pieza 13 móvil es la posición ocupada por la pieza 13 cuando el móvil está en aceleración (positiva o negativa) moderada según el eje longitudinal (Ox) inferior en valor absoluto a un valor umbral mínimo positivo, por ejemplo igual al valor absoluto de  $g \cdot \tan(\theta)$ , o incluso cuando el móvil está en reposo o tiene una velocidad constante. La posición alejada 133 de la pieza 13 es la posición ocupada por la pieza 13 cuando el móvil está en aceleración negativa, o desaceleración, y cuando la desaceleración rebasa un valor absoluto de un valor umbral máximo de aceleración positiva (o un valor absoluto máximo de aceleración), por ejemplo cuando la desaceleración es superior al valor absoluto de  $g \cdot \tan(\theta)$ . La otra posición alejada 134 de la pieza 13 está simétricamente dispuesta con relación a la posición 133 alejada (eje de simetría que pasa por la posición inicial 131 y perpendicular a la horizontal) y es la posición ocupada por la pieza 13 cuando el móvil está en aceleración positiva, y cuando la aceleración positiva rebasa otro valor umbral máximo de aceleración positiva, por ejemplo, cuando la aceleración positiva del móvil es superior al valor absoluto de  $g \cdot \tan(\theta)$ . Cada una de las posiciones 131, 133, 134, es decir, sea la posición inicial 131, la posición alejada 133 u otra posición alejada 134, pueden ventajosamente ser equipadas de un detector apto para detectar la presencia de la pieza 13.

Ventajosamente, el dispositivo según la invención, cualquiera que sea su modo de realización, es en particular apto para contener los medios de estabilización de la pieza 13 por lo menos en una posición sobre la pista en la cavidad 12 y/o en la otra cavidad 16. Estos medios de estabilización permiten evitar movimientos erráticos de la pieza 13, particularmente cuando una desaceleración esta próxima al valor umbral máximo. De manera preferente, un imán adaptado para ser sumergido en el cuerpo sólido en la cercanía de la posición inicial 131, y/o de la posición alejada 133 y/o de otra posición alejada 134, permite estabilizar la pieza 13 en la posición inicial 131, y/o en la posición alejada 133, y/o en la otra posición alejada 134, ejerciendo sobre la pieza 13 una fuerza de atracción. En este caso, un movimiento de la pieza 13 fuera de la posición inicial 131 (o de manera similar de las posiciones alejadas 133, 134) necesita un aumento de aceleración  $\mathbf{da}$  con relación al valor umbral máximo  $g \cdot \tan(\theta)$  con el fin de poder vencer la fuerza de atracción ejercida por el imán.

Otro medio preferente de estabilización según la invención consiste en utilizar una pista de forma convexa, cuya pendiente decrece cuando la pieza 13 se abre camino de la posición inicial 131 a la posición alejada 133, y en el caso particular de la Fig. 3 donde otra cavidad 16 comunica con la cavidad 12, el valor absoluto de la pendiente decrece cuando la pieza 13 se abre camino de la posición inicial 131 a la otra posición alejada 134.

5 Cada uno de los medios de estabilización citados anteriormente introducen un efecto de histéresis en el comportamiento del dispositivo según la invención en el que un desplazamiento de la pieza 13 de la posición inicial 131 a la posición alejada 133 necesita una desaceleración superior a  $a + da$ , y en el que un desplazamiento de la pieza 13 de la posición alejada 133 a la posición inicial 131 necesita una desaceleración  $a - da$ .

10 De manera preferente, por lo menos una de las posiciones inicial 131 o alejada 133 o 134 comprende un sistema de amortiguación de la pieza 13 con el fin de evitar choques entre la pieza 13 y una pared del cuerpo sólido, particularmente con el extremo de una u otra de las cavidades. Por ejemplo, un tapón de parada de un material absorbente como el caucho puede estar dispuesto por lo menos en un extremo de la cavidad y/o de la otra cavidad.

15 El dispositivo según la invención en particular es solidarizable al móvil por medio de dispositivos de solidarización (por ejemplo sistemas de tornillo o de enganche) aptos para solidarizarse al cuerpo sólido del dispositivo, según la invención al móvil, por ejemplo al suelo de un vehículo. Dichos medios de solidarización permiten de manera preferente una regularización precisa de los valores umbral máximos y mínimos de aceleración por ajuste de un ángulo de colocación del dispositivo con relación al móvil, por ejemplo con relación al suelo del vehículo.

20 De manera preferente, la pieza 13 es una bola de acero de diámetro igual o inferior a una distancia D separando sobre la pista la posición inicial de la posición alejada, un valor umbral máximo de desaceleración está fijado y escogido igual a  $a_0 = 2,2 \text{ m/s}^2$  y una pendiente del plano inclinado está definida por  $\tan(\theta) = 2,2 / 9,81 = 0,224$ . Suponiendo que la desaceleración, inicialmente débil, varíe en el curso del tiempo según un Jerk J constante, resulta que la aceleración  $a$  (es decir, la desaceleración instantánea) del móvil es dada en este caso por  $a = a_0 + J \cdot t$ . Tan pronto como la aceleración  $a$  rebasa el valor umbral máximo  $a_0 = 2,2 \text{ m/s}^2$  las leyes del movimiento de Newton aplicadas sobre la bola implican:

25 
$$F = M \cdot [a \cdot \cos(\theta) - g \cdot \sin(\theta)] = (M+I) \cdot d^2s/dt^2$$

en donde

lejaduna fuerza;

t es el tiempo;

M es la masa de la bola;

30 I es la masa equivalente a la inercia giratoria de la bola igual a  $2/5 \cdot M$ ;

s es la abscisa de la bola a lo largo de la pista.

La ecuación del movimiento de la bola a lo largo de la pista se hace entonces:

$$d^2s/dt^2 = 5/7 \cdot [a \cdot \cos(\theta) - g \cdot \sin(\theta)]$$

Considerando además que en el instante  $t=0$ ,  $a_0 = g \cdot \tan(\theta)$ , la ecuación del movimiento se convierte:

35 
$$d^2s/dt^2 = 5/7 \cdot J \cdot \cos(\theta) \cdot t$$

Estimando los valores de Jerk iguales a  $3 \text{ m/s}^3$  y  $6 \text{ m/s}^3$ , una primera pista plana de pendiente constante y una segunda pista convexa cuya pendiente evoluciona linealmente de  $\tan(\theta) = 0,224$  hacia  $\tan(\theta) = 0,184$  provocando una histéresis de  $\pm 0,2 \text{ m/s}^2$  y considerando dos valores para la distancia D, respectivamente iguales a 5 mm y 10 mm, la presente invención permite obtener los resultados siguientes:

40

Datos			Resultados	
J[m/s <sup>3</sup> ]	Histéresis [m/s <sup>2</sup> ]	Distancia [m]	Tiempo de respuesta [s]	Desaceleración de la detección [m/s <sup>2</sup> ]
3	0	0.005	0.24	2.72
6	0	0.005	0.19	3.14
3	0.2	0.005	0.23	2.89
6	0.2	0.005	0.19	3.34
3	0	0.01	0.31	2.93
6	0	0.01	0.24	3.44
3	0.2	0.01	0.29	3.07
6	0.2	0.01	0.24	3.64

5 Esta tabla permite desde entonces concluir que la medición del rebasamiento de un valor umbral de desaceleración será el más adecuado para una distancia D corta, por ejemplo de 5 mm y para una pista rectilínea en un plano inclinado, sin histéresis.

Así, la presente invención permite identificar y señalar un rebasamiento de un nivel de aceleración longitudinal de un móvil de manera simple, evitando la utilización de un sistema de análisis electrónico susceptible de tener una avería, aumentando desde entonces la fiabilidad de la medición del rebasamiento.

10 Finalmente, la figura 4 presenta otro modo particular de realización del dispositivo según la invención que repite las mismas referencias y la misma disposición que se proponen para la figura 2, presentando un corte lateral A y un corte transversal B, pero a diferencia del cuerpo sólido 18 es un cuerpo monobloque, por ejemplo un cuerpo monobloque de plexiglás, en el que dicha cavidad 12 tiene una forma cilíndrica obtenida por perforación del cuerpo sólido 18 y que cada uno de los extremos pueden estar cerrados por atornillamiento de una tapa 17 susceptible de comprender o no un tapón de amortización destinado a amortiguar un choque de la bola 13 contra el tapón 17. En particular, por lo menos otra perforación en el cuerpo sólido 18, particularmente perpendicular a un generador del cilindro hueco, permite disponer dentro del cuerpo sólido 18, por lo menos un detector 14 capaz de detectar una presencia de la bola 13 por lo menos en la posición alejada 133 y/o en la posición inicial 131. Preferentemente, cada detector 14 es capaz de cooperar con un sistema de frenado 22 del móvil, y esta preferentemente centrado sobre la posición de la bola 13 en la posición inicial 131 y en la posición alejada 133.

20 Ventajosamente, la sección circular de la cavidad 12 cilíndrica permite garantizar una estabilidad de desplazamiento de la bola 13 en la cavidad 12. La pista 121 generada por la cavidad 12 es así una superficie definida por una curva plana circular cerrada, es decir, el círculo definido por la sección circular, cuyo punto pasa por un punto variable que describe una recta que pasa por la posición inicial 131 y la posición alejada 133. La pista 121 es así, según este otro modo preferente de realización, una superficie cóncava caracterizada por una pendiente positiva constante entre la posición inicial 131 y la posición alejada 133. En particular, la cavidad 12 cilíndrica se caracteriza por un diámetro superior al diámetro de la bola 13 con el fin de permitir un desplazamiento libre de la bola 13 en dicha cavidad.

30 Como para la figura 2, la posición inicial 131 está en particular adaptada para estar ocupada por la pieza 13 cuando el valor absoluto de la aceleración del móvil es inferior a un valor umbral mínimo positivo, mientras que la posición alejada 133, situada en un extremo de la cavidad es alcanzable por la pieza 13 bajo el efecto de la aceleración del móvil cuando la aceleración del móvil es no nula, y cuando el signo de aceleración es opuesto al signo de la pendiente de la pista y el valor absoluto de la aceleración rebasa un valor umbral máximo positivo de aceleración. Por una aceleración del móvil comprendida entre el valor umbral mínimo y el valor umbral máximo, la geometría de la pista permite a la pieza 13 situarse en una posición intermedia 132 entre las posiciones inicial 131 y alejada 133.

35 En resumen, el dispositivo según la invención presenta numerosas ventajas con relación a los dispositivos y métodos de medición de una aceleración existentes dado que:

## ES 2 550 827 T3

- evitan los efectos nefastos de fricción y de desgaste al permitir una elección de materiales duros para la pieza 13 y la pista (por ejemplo, una bola de acero apta para rodar sobre una pista de acero o de cerámica);
- 5 - los efectos nefastos de la corrosión se evitan por medio de la construcción hermética y por la elección de los materiales. En caso de necesidad, para evitar toda oxidación interna, un gas inerte (por ejemplo nitrógeno o argón) se puede introducir en el momento del montaje en sustitución del aire;
- 10 - son fiables y duraderas ya que el dispositivo comprende un único elemento móvil, la pieza 13, muy simple y protegida de agresiones exteriores al estar situada en la cavidad hermética;
- 15 - permiten también la seguridad de la detección de la presencia de la pieza 13, particularmente por redundancia homogénea (por ejemplo, dos sensores están situados transversalmente de una y otra parte de la posición alejada de la pieza 13), o por redundancia heterogénea (por ejemplo un sensor es apto para detectar la presencia de la pieza 13 en cada posición inicial o alejada, o todavía por el control de coherencia con un movimiento del móvil, verificando particularmente que la pieza se detecta en la posición inicial (o respectivamente, no se detecta en la posición alejada) en el momento de cada inmovilización del móvil;
- son de seguridad intrínseca, porque se basan en fenómenos de aceleración y de inercia;
- 20 - son garantía de mediciones precisas y reproducibles del rebasamiento de un valor umbral de aceleración por el móvil: la precisión y la reproductibilidad del comportamiento son determinadas por la geometría del dispositivo según la invención (pieza móvil y pista), que en el ámbito de temperatura contemplado es invariable (-40°C a +70°C);
- 25 - el dispositivo según la invención es insensible a las vibraciones especificadas por la norma IEC-61373 (tabla 1) según los ejes (Ox), (Oy), (Oz);
- 30 - permiten controlar el tiempo de reacción necesario para medir un rebasamiento de un valor umbral de aceleración ajustando una posición del detector con relación a dicha pista. En efecto, la rapidez de reacción se determina por la distancia a recorrer entre las dos posiciones extremas (iniciales y alejadas) en la pista. Esta distancia puede ser reducida hasta los límites de resolución permitida por la resolución espacial del detector de presencia de dicha pieza. Típicamente, una distancia igual a una vez el diámetro de una bola escogida como pieza 13 es suficiente con el fin de permitir una detección perfecta.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1) de medición de una aceleración de un móvil, dicho dispositivo consta de:
- 5 - un cuerpo sólido que contiene una cavidad (12) interior apta para permitir un desplazamiento libre de una pieza móvil (13);
- la cavidad (12) de la que por lo menos una pared está adaptada para formar una pista (121) inclinada cuya superficie permite el desplazamiento libre de la pieza móvil (13) sobre la pista (121) en la cavidad (12) entra una
- 10 posición inicial (131) de reposo y una posición alejada (133) de la posición inicial, situada en un extremo de la cavidad (12) y alcanzable por la pieza (13) en el momento de una variación de la aceleración;
- la pieza (13), apta para desplazarse en la cavidad (12) bajo el efecto de la aceleración del móvil, de la posición inicial a la posición alejada;
- 15 - por lo menos un detector (14) apto para detectar una presencia de la pieza (13) en la posición alejada;
- caracterizado porque, el cuerpo sólido contiene una parte central (111) que comprende un calado destinado a formar por lo menos una parte de la cavidad (12), la parte central (111) está formada en sándwich entre dos partes laterales (15).
- 20 2. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1, caracterizado porque, la parte central (111) contienen la pista (121).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque, el detector (14) es posicionable enfrente de la posición alejada (133).
- 25 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, el detector (14) es un sensor inductivo y la pieza (13) comprende por lo menos una parte metálica.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, el detector (14) es un sensor óptico y la pieza es opaca (13).
- 30 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque, el cuerpo sólido es apto para acoplarse al móvil y al detector (14) para cooperar con un sistema de frenado (22) de dicho móvil.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, la pista (121) es una superficie plana destinada a formar un plano inclinado de un ángulo  $\theta$  con relación a la horizontal cuando el cuerpo sólido es acoplado al móvil en reposo sobre un plano horizontal.
- 35 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque, la cavidad (12) es de forma sensiblemente paralelepípedica.
- 40 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, la pista (121) es una banda que describe una trayectoria curvilínea.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque, el cuerpo sólido contiene otra cavidad (16) simétrica a la cavidad (12), que comunica con esta última, y comprende otra pista adaptada para forma con la pista (121) de la cavidad (12) un camino continuo entre la posición alejada (133) situada en un extremo de la cavidad (12) y otra posición alejada (134) situada en una extremo de la otra cavidad (16).
- 45 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque, al menos una de las posiciones inicial (131) o alejadas (133, 134) comprende un imán apto para cooperar por lo menos con una parte metálica de la pieza (13) con el fin de estabilizarla.
- 50 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque, por lo menos una de las posiciones inicial (131) o alejadas (133, 134) está equipada de un tapón de parada apto para amortiguar un efecto de choque
- 55 entre la pieza (13) y una pared del cuerpo sólido.

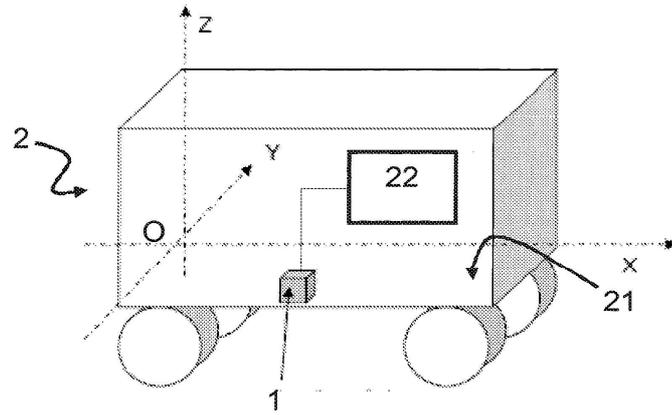


FIG 1

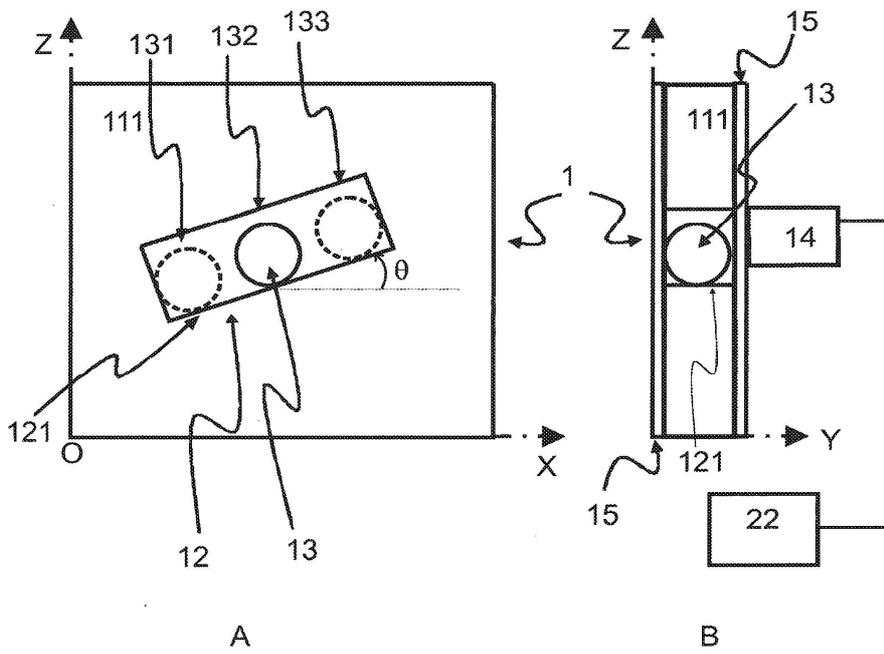


FIG 2

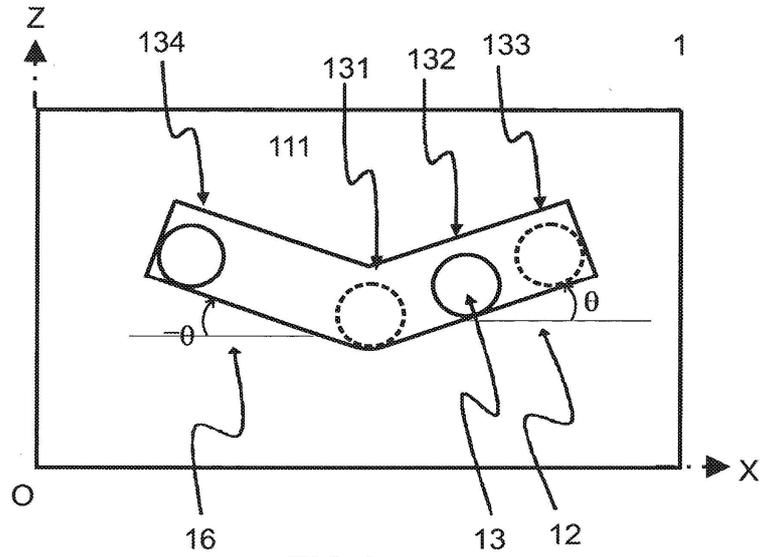


FIG 3

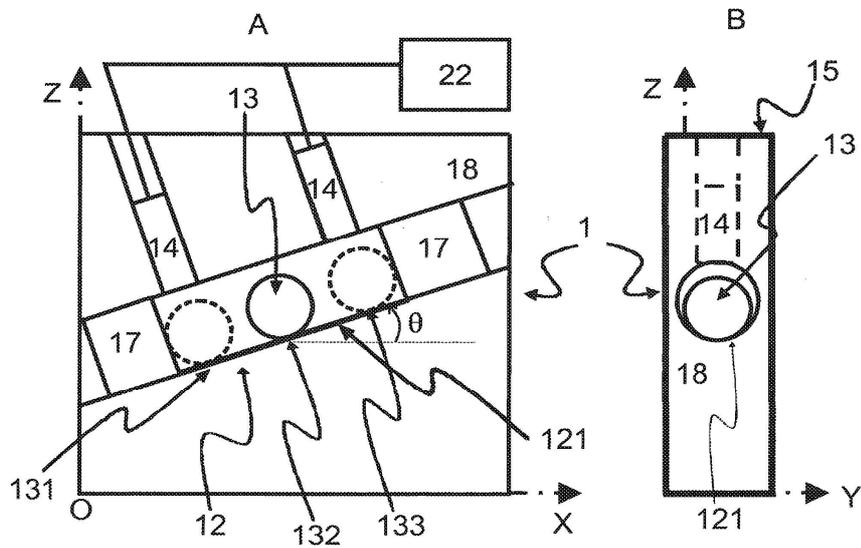


FIG 4