

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 217**

21 Número de solicitud: 201500365

51 Int. Cl.:

A63B 60/02 (2015.01)

A63B 60/42 (2015.01)

A63B 60/54 (2015.01)

F41B 15/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

18.05.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.11.2016

Fecha de concesión:

29.08.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

05.09.2017

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (100.0%)
C/ Ancha, 16
11001 Cádiz (Cádiz) ES

72 Inventor/es:

FERNÁNDEZ ZACARÍAS , Francisco ;
AYUSO VILACIDES, Jesús;
RUIZ RODRÍGUEZ , Luis Ramón ;
ÁLVAREZ SAURA, José Ángel;
DÍAZ VÁZQUEZ, José Enrique;
HERNÁNDEZ MOLINA , Ricardo ;
FERREIRO GONZÁLEZ , Marta;
SAUCEDO MORALES , Agustín ;
LORENTE ACOSTA , José Antonio ;
VERA JIMÉNEZ , José Carlos y
RUIZ GONZÁLEZ, Antonio

54 Título: **Inhibidor de vibraciones en objetos alargados sometidos a impactos, golpes y cualquier tipo de empuje**

57 Resumen:

Inhibidor de vibraciones en objetos alargados sometidos a impactos, golpes y cualquier tipo de empuje.

Consiste en un elemento, denominado redistribuidor de masa interna, basado en un sistema interno de masas distribuidas a lo largo del objeto, mediante el cual es posible desplazar el centro de percusión a lo largo del mismo, haciéndolo coincidir con el nodo de vibración, como consecuencia del cambio del centro de masas.

La invención optimiza los parámetros fisicoquímicos y técnico-estructurales con el fin de reducir los efectos perjudiciales para los usuarios, producidos por la manipulación de instrumentos alargados como consecuencia de los efectos torsionales y vibracionales que tienen lugar.

Los sectores a los que van dirigido son el sector deportivo, así como, el de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad públicos, Fuerzas Armadas, seguridad privada, policías portuarias, vigilancias aduaneras y otros similares.

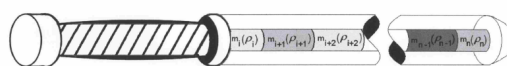


Fig. 3

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 590 217 B1

DESCRIPCIÓN

INHIBIDOR DE VIBRACIONES EN OBJETOS ALARGADOS SOMETIDOS A IMPACTOS, GOLPES Y CUALQUIER TIPO DE EMPUJE.

5 SECTOR DE LA TÉCNICA.

La invención optimiza los parámetros fisicoquímicos y técnico-estructurales con el fin de reducir los efectos perjudiciales para los usuarios, producidos por la manipulación de instrumentos alargados como consecuencia de los efectos torsionales y vibracionales que tienen lugar.

- 10 En principio, los sectores a los que van dirigido son aquellos donde se emplean instrumentos alargados descritos como el sector deportivo (caso de los bates) así como, el de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad públicos, Fuerzas Armadas, seguridad privada, policías portuarias, vigilancias aduaneras y otros similares (caso de las defensas).

15

GENERALIDADES.

- En física es bien conocido que la energía cinética de un cuerpo en movimiento que colisiona con otro se puede transformar en energía cinética de traslación, energía cinética de rotación y energía cinética de vibración de este último. La
- 20 cuantía en la que se distribuye la energía cinética inicial en las otras tres, depende de varios factores algunos de los cuales se pueden manipular para conseguir resaltar uno de estos tipos de energía en detrimento de los otros dos. Por ejemplo, el material y el diseño de un instrumento de percusión, como una campana, está orientado para resaltar mucho más la energía de vibración y producir los sonidos
- 25 típicos del tañido. En cambio, el diseño y los materiales de fabricación de un bate de béisbol o de un palo de golf están mucho más orientados a favorecer la energía cinética de traslación que experimenta una pelota tras el golpe. Y, por otro lado, otros aparatos como el punching ball (conocido como la pera de entrenamiento de

boxeadores) experimentan una alta transformación en energía cinética de rotación tras el golpe.

De entre todos los factores que influyen en la transformación de la energía cinética inicial (antes de la colisión) en las distintas formas de energía cinética después de la colisión, son los fisicoquímicos como la naturaleza de los materiales y los técnico-estructurales como las formas geométricas, los más importantes. En base a ello, en la presente invención se expone un novedoso planteamiento basado en la optimización de la posición del centro de percusión en objetos alargados, con el que se reducirán muy eficazmente los efectos negativos de las transformaciones a las energías cinéticas de rotación y vibración, conjuntamente. Es decir, se pretende disminuir hasta casi inhibir los efectos vibro-rotacionales que experimente un usuario en el manejo de instrumentos u objetos alargados por aplicación de cualquier tipo de interacciones o fuerzas.

Realmente la física de la transmisión de energía en colisiones no es compleja, pero en algunos casos una completa comprensión del proceso que tiene lugar, requiere un tratamiento físico-matemático que no es nada sencillo (Impact of a ball with a bat or racket, R. Cross, Am. J. Phys. 67(8), 692-702, August 1999). Es más, conocer exactamente el proceso puede llegar a requerir de potentes medios de cálculos, tales como ordenadores. No obstante, consideramos que no será necesario un tratamiento matemático exhaustivo, para describir de forma clara y evidente el planteamiento en el que subyace la presente invención. Aunque, para una mejor comprensión de la presente memoria sí será conveniente definir una serie de conceptos:

- *Objeto o Instrumento alargado*. Es el nombre usado en esta memoria para cualquier objeto al que hará referencia la aplicación de la invención. Fundamentalmente, se hará referencia a bates de béisbol y softbol, y defensas policiales de forma y modelos variados (defensas clásicas, defensas extensibles, tonfas, etc.).

En este sentido, es importante destacar algunas propiedades del instrumento alargado:

- *El eje de giro o de rotación.* Es la recta imaginaria que permanece inmóvil durante el movimiento de rotación del instrumento alargado y que se puede situar dentro o fuera del mismo. En los instrumentos como las defensas policiales, bastones, etc. que se agarran por un extremo, el eje de giro se sitúa en dicho extremo.

- *El centro de masa.* Desde el punto de vista dinámico, es la posición aparente relacionada con el instrumento donde parece que se concentra toda su masa y donde se aplica la resultante de las fuerzas externas.

- *Sweet Spot (zona dulce de golpeo o nodo de vibración).* Es uno o varios lugares geométricos del instrumento alargado donde al recibir un golpe centrado, teóricamente no se transmitirán vibraciones al mango o zona de agarre. La sensación que se tendrá al golpear es de facilidad. Así en el caso de un bateador de béisbol, éste percibirá haber realizado un golpe de gran potencia sin apenas esfuerzo.

Si se golpea al instrumento alargado en cualquier otro punto la transmisión de vibraciones será efectiva hacia la mano, el brazo y resto del cuerpo. En este caso, se produce una molestia en el usuario conocido como *sting* por el típico sonido agudo que se suele producir en instrumentos metálicos. Su posición es difícil de determinar y sólo en casos muy sencillos, tales como las defensas policiales clásicas (suponiéndolo como un sólido cilíndrico) son abordables por sencillos cálculos. Para el resto de instrumentos alargados se prefiere la determinación empírica realizada en taller o laboratorios.

- *Centro de percusión.* Es el punto en el cual cualquier impacto de fuerza perpendicular al eje longitudinal del instrumento alargado y al eje de rotación no generará reacción en el extremo. Es decir, en el caso de un bate es el punto de pegada en el que no se produce momento de giro en el extremo del mango, evitando que el bateador realice un sobreesfuerzo compensatorio.

En el caso general, la posición se determina por propiedades físico-geométricas y con un sencillo cálculo resulta

$$x = I/(M \cdot r_{CM})$$

donde:

- x = posición del centro de percusión respecto al eje de giro,
- I = momento de inercia sobre el eje de giro,
- 5 M = masa del instrumento alargado,
- r_{CM} = distancia del centro de masa del instrumento alargado al eje de giro.

En el caso sencillo de un cilindro regular de radio comparativamente pequeño y de longitud L, cuyo centro de giro sea uno de los extremos (caso idealizado de una
 10 defensa policial clásica) se tiene $I = M \cdot L^2/3$, $r_{CM} = L/2$ y consecuentemente, $x = 2 \cdot L/3$. De forma general, la posición del centro de percusión depende de factores geométricos y de propiedades físicas del objeto, pero no puede optimizarse más que en el momento del diseño salvo que se altere a posteriori el diseño de fabricación.

- 15 - *Redistribuidor de masa interna*. Con esta nominación se hará referencia a un sistema heterogéneo compuesto de un conjunto de piezas de diferentes masas que se coloca internamente a lo largo del objeto o instrumento alargado, y cuya función es semejante a la de situar una masa equivalente a una posición puntual precalculada.
- 20 - *Optimización de la posición del centro de percusión*. La naturaleza, forma y dimensiones de cada pieza del *Redistribuidor de masa interna* pueden variar, aunque lo más sencillo sea que todas formen una estructura regular a lo largo del objeto. Para conseguir esto, se podrá realizar un ahuecado o cavidad a lo largo del objeto, con una sección fija, y cada una de las diferentes piezas con el mismo
 25 perfil irán encajando y rellenando de forma sucesiva la cavidad. El hecho de utilizar materiales de diferentes densidades y longitudes, hará que la masa total se redistribuya de tal forma que el centro de masa y el centro de percusión cambien de posición con respecto al objeto o instrumento original. El fin último será conseguir variar la posición del centro de percusión respecto al centro de masa,
 30 para acercarla lo más posible a la del nodo de vibración (y si se puede hacerlos

coincidir). Así en el caso del bateador, éste sólo deberá estar atento a la posición de un único punto para conseguir ambos efectos favorables: evitar el *sting* y la sobrecarga en el brazo o la muñeca para compensar del momento de giro.

5 ESTADO DE LA TÉCNICA.

El uso de instrumentos alargados, es muy común desde los tiempo ancestrales (palos, varas de pastoreo, bastones, espadas, etc.) y con el paso del tiempo han llegado a convertirse incluso en instrumentos de precisión especiales, tales como los actuales bates de béisbol, y otros instrumentos deportivos, donde mucha
 10 ciencia y tecnología se ha invertido en sus diseños. No obstante, se ha de tener en cuenta que la mayoría del desarrollo tecnológico de estos instrumentos se ha orientado a que el usuario logre un aumento de la eficacia de su uso. Así la mayoría de los avances se han concebidos para que sean más resistentes, para conseguir mayor transmisión de energía al golpear, o para adecuar tamaños,
 15 formas y pesos con el fin conseguir algún efecto especial (es decir, optimizarlo para una forma de uso). Los documentos encontrados en el estado actual de la técnica, normalmente se basan en incluir amortiguadores de vibración, o masas en los extremos con el fin de potenciar el golpe, o recrear con varias piezas diferentes el instrumento. Sin embargo, los desarrollos dirigidos para evitar inconveniencias,
 20 o causas de molestias, son muy raros y en ningún caso se encuentran métodos como el de la presente invención.

Entre los resultados encontrados como antecedentes conviene destacar:

- Weighted baseball bat - US3116926A. Esta es una patente cuyo objetivo es el diseño de un bate con un aumento de la masa en la parte superior del mismo,
 25 mediante la inclusión de sólidos pesados en el interior del cuerpo del bate. El diseño esta orientado a la transformación de un bate en un martillo, pero sin alterar la forma del bate. El objetivo principal es aumentar la eficacia del bateo reduciendo la carga en las muñecas y los antebrazos. Sin embargo, esta patente está orientada a que sea mayor la energía cinética transferida a la bola a costa de

tener que aumentar la energía cinética del bate (mediante un aumento de la masa y/o del momento de inercia) y por tanto la cantidad de trabajo que debe realizar el bateador es mayor, produciéndole una mayor carga en brazos, hombros y abdomen. A costa de realizar una mayor cantidad de trabajo por parte del
5 bateador, este diseño es el mejor en el caso de estar interesado en comunicar mayor energía en el golpe, pero aun así, tampoco es la forma más eficaz de transferir energía cinética de traslación con mínima producción de energía cinética de vibración. Además, la adición de masas sin un sistema de fijación seguro en el interior de un tubo podría resultar en un aumento de la generación de vibraciones
10 en el bate, detalle que no está garantizado por el diseño de la patente.

- Wooden baseball bat - US5165686. Esta patente hace un diseño contrario al anterior. Sobre un bate de béisbol convencional se propone incorporar un reforzamiento interno a lo largo del mango con el fin de evitar que el bate, o parte de él se separe, y salga despedido por el aire con una posible lesión a los
15 espectadores. Es decir, el fin último del centro metálico del bate es servir de anclaje de seguridad.

- Baseball bat – US7942764. Es una modificación de la patente US 5409214, que consiste en el diseño de un tipo de bate que consta de una parte golpeadora realizada en madera de una pieza o varias, y un mango metálico y/o materiales
20 compuestos. Con estos diseños se pretende aumentar el momento de inercia del bate sin aumentar (o incluso reducir) la masa del bate a la vez que los distintos materiales pueden dar mayor o menor rigidez en distintas partes del mismo. Es una patente que abarca una gran generalidad de construcciones de bate de béisbol o instrumento de ejercicios deportivos, pero en ningún caso hay un sistema que
25 permita optimizar la relación entre el centro de masas y el centro de percusión.

- Expandable baton - US6056643. Esta patente y las relacionadas con ella hacen referencias a las típicas defensas extensibles. Estos son instrumentos de defensas cuyo diseño esta optimizado para ser transportables con comodidad, estando constituidas por un sistema de dos o tres cilindros huecos insertados uno dentro de
30 otro que se extienden de forma telescópica. Cada uno de los tubos se asemejan a

instrumentos musicales tipo campanas tubulares haciéndolos muy propensos a generar y transmitir vibraciones. Además al estar constituidos por parte móviles tal efecto se ve potenciado, y por ello deben tener una empuñadura amortiguadora, pero que a pesar de la cual, dichas defensas generan gran carga en los brazos
5 cuando se utilizan al golpear o parar golpes.

- Multi-purpose police baton - US6615622. Esta patente y las relacionadas hacen referencia a las defensas policiales rígidas sin o con empuñadura transversal (tonfa). En el caso de esta patente se hace hincapié en un diseño rígido con un dispositivo interior móvil del cual se desenrolla dos lazos con el fin de actuar
10 como esposas para las muñecas.

- Expansion-collapse control mechanism for police baton - US20140256452. Es una patente que para las defensas extensibles describe un mecanismo interno específico de alargamiento y acortamiento automático, y que incorpora también un sistema bloqueo.

15 - Telescopic baton with shock absorbing means - US5320348A. Se trata la patente de una defensa policial con mango lateral (tonfa), extensible con un diseño no cilíndrico para evitar torsiones de los tubos telescópicos y dotado de un sistema amortiguador de impacto constituido una serie anillos internos de elastómero.

20 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION.

El uso cotidiano de estos instrumentos de características alargadas, llegan a producir enfermedades dolorosas y temporalmente incapacitantes, siendo las más comunes las tendinitis de las muñecas, los codos y los hombros.

Donde más se han investigado tales molestias o inconvenientes son en los
25 utensilios deportivos, como por ejemplo en las raquetas de tenis, (Influence of Racket Properties on Injuries and Performance in Tennis, Ewald M. Hennig, Exercise & Sport Sciences Reviews, 35(2), 62-66, 2007), y de donde proceden términos de afecciones muy conocidos, tales como el codo del tenista.

Si bien estos tipos de afecciones son muy conocidos entre los deportistas también es usual en personas que, sin ser profesionales del deporte, en su actividad laboral pueden verse en la necesidad de usar instrumentos alargados, como son los cuerpos de policías y seguridad con el uso de defensas policiales. Igualmente, en
 5 estos instrumentos se ha investigado sobre sus diseños, pero fundamentalmente en el sentido de la eficacia de su uso y en la comodidad de su porte. Consecuentemente en estos sectores de la población son apreciables las afecciones de tipo tendinitis.

Aunque se conocen bien los efectos lesivos, actualmente hay un debate acerca del
 10 origen de estas patologías. Hasta hace poco sólo se había considerado que el origen era debido fundamentalmente al uso repetitivo del manejo de los instrumentos alargados, por ejemplo en los movimientos de flexión (Fisioterapeutas. Servicio Vasco de Salud-OSAKIDETZA. vol II, Editorial Mad. 2006 y Táctica operativa con defensas extensibles reglamentarias, J.C. Vera,
 15 Febrero 2009, Depósito Legal M-15435-2009). Pero por otro lado, también aparecen afecciones lesivas del mismo tipo en personas que trabajan con otros tipos de instrumentos tales como martillos neumáticos, taladros, tractores, etc., cuyo origen parece muy vinculado a las vibraciones que se producen en tales máquinas y que se propagan a las extremidades del cuerpo. Realmente las
 20 vibraciones o movimientos vibratorios que se producen y se transmiten entre cuerpos sólidos por simple contacto, repercuten con una transferencia de energía hacia el cuerpo del usuario de estas máquinas, como lo pueden hacer los golpes. De hecho un estudio preliminar del efecto de las vibraciones que se producen en la raqueta, o en el bate de béisbol, lo equipara a un aumento de 40 gramos en la
 25 masa de la pelota en el momento del golpe.

Como efectos de tales vibraciones se producen con frecuencia calambres, adormecimientos, hormigueos, etc., llegando hasta diagnosticar tendinitis (Salud y Seguridad en el Trabajo, Ryan Chinchilla, Ed. UNED 2002, e Higiene Industrial, José Bartual Sánchez, 1994).

Por tanto, debido al propio diseño de los objetos alargados, cuando son usados y sometidos a fuerzas de diferente tipo van a producir una transferencia de energía bien en forma de vibraciones (energía vibracional) o bien en forma de momento de giro (energía rotacional) que el cuerpo del usuario ha de absorber. Como
5 consecuencia, estas transferencias acabarán repercutiendo en el usuario generando efectos adversos en muñecas, codos y hombros.

En cuanto a la transferencia de energía rotacional, conociendo la base física del proceso dinámico que tiene lugar, se sabe que para una zona de agarre, X, del objeto alargado existe un punto de impacto Y (centro de percusión) en el que el
10 sujeto no tiene que ejercer apenas fuerza para contrarrestar la reacción.

Por otro lado, en cuanto a la transferencia de energía de vibración, también es conocido que hay otro punto Z (sweet spot o nodo de vibración) donde al aplicarse una fuerza, el usuario no siente las vibraciones molestas en la zona de agarre, X.

15 Desgraciadamente, las zonas Y y Z son lugares localizados en posiciones diferentes a lo largo del objeto. Así el usuario, deberá elegir entre utilizar el objeto aplicando una fuerza bien en Z o en Y, con el fin de conseguir evitar al menos uno de los efectos.

Aunque Z es un lugar que principalmente depende de la geometría y naturaleza
20 (material) del objeto, Y es más sensible a la posición del centro de masa y del momento de inercia.

La solución ideal planteada es hacer coincidir Y con Z, mediante la creación de un elemento que denominaremos redistribuidor de masa interna, de tal forma que el usuario sólo se preocupe de aplicar el objeto alargado en una única zona.

25 Un redistribuidor de masa se puede construir fácilmente, por ejemplo, realizando un vaciado en torno al eje principal del objeto alargado que es llenado con una serie de piezas de diferentes materiales, que a modo de retales, encajen perfectamente en el interior del mismo.

Con esta solución se consigue que se cambie la posición del centro de masa y el momento de inercia del nuevo conjunto que constituye el objeto alargado con el redistribuidor de masa interno, respecto a los que tenía el objeto alargado original.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS.

En la Fig. 1 se muestra en detalle las propiedades geométricas y estructurales en una defensa de uso policial, como ejemplo de un objeto alargado: longitud del objeto (L), masa del cilindro principal (M), masa del redistribuidor interno (m), ubicaciones del centro de masa (x_{CM}), del centro de percusión (x_{CP}), del centro de masa del redistribuidor (L_1), y el eje de rotación giro.

En la Fig. 2 se muestra en detalle las propiedades geométricas y estructurales en una defensa de uso policial, con un redistribuidor de masa interno de dos piezas A y B, de densidades ρ_A y ρ_B , de longitudes L_A y L_B , y la ubicación del centro de masa del redistribuidor (L_1).

En la Fig. 3. se muestra el detalle de un redistribuidor interno formado por un conjunto de n masas, cada una con un valor de masa y densidad diferente. También se ilustra para el caso de una defensa de uso policial.

20

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION.

El objetivo principal, perseguido con la invención es desplazar el centro de percusión, haciéndolo coincidir con el nodo de vibración o con cualquier posición a lo largo del mismo, como consecuencia del cambio del centro de masas, de un objeto sometido a impactos, golpes y cualquier tipo de empuje.

25

La forma más sencilla e ilustrativa de presentar el fundamento de la invención consiste en tratar el caso sencillo de un cilindro homogéneo de longitud L y radio comparativamente muy pequeño. Consideremos que en torno al eje principal del cilindro se realiza un vaciado convirtiéndolo en un cilindro hueco, pero que es

rellenado con una serie de pequeños cilindros de diferentes materiales y que encajan perfectamente. El cilindro interior construido a modo de retales va a poseer una distribución de masa diferente de la del cilindro hueco que lo rodea. Con ello se consigue cambiar la posición del centro de masa y el momento de inercia del nuevo conjunto cilíndrico respecto del centro geométrico que tenía el cilindro homogéneo original. El cilindro compuesto interior es una forma particular de lo que se ha definido como *redistribuidor de masa interna* en el caso de una sección fija circular. A efectos prácticos, se puede considerar que tal redistribuidor se puede tratar como una masa puntual, m , suponiendo que concentra toda su masa en su centro de masa localizado en la posición L_1 respecto del eje de giro del cilindro hueco principal de masa M (véase fig. 1). Obviamente con la condición $L_1 < L$, la posición del centro de masa del nuevo conjunto cilíndrico, x_{CM} , cambia a:

$$x_{CM} = \frac{L}{2} + \frac{m}{M+m} \left(L_1 - \frac{L}{2} \right)$$

15

El momento de inercia respecto del eje de giro situado lo más cerca posible del extremo de este conjunto, con la consideración de que el radio es muy pequeño, es aproximadamente:

$$I = M \frac{L^2}{3} + m \cdot L_1^2$$

20

Al haber cambiado el centro de masa y el momento de inercia, también se ha cambiado el centro de percusión. El cálculo de este último da lugar ahora la siguiente expresión:

$$x_{CP} = \frac{M \frac{L^2}{3} + m \cdot L_1^2}{M \frac{L}{2} + m \cdot L_1}$$

Con esta expresión se ha conseguido obtener la posición del centro de percusión en función de la posición donde se ubica el centro de masa del cilindro redistribuidor de masa, L_1 . De tal forma que si interesa golpear a una distancia x_1 respecto del eje de giro, como por ejemplo el lugar donde se encuentra el sweet spot, e interesa que esta posición sea el centro de percusión ($x_1 = x_{CP}$), lo único que hay que hacer es determinar la distancia desde el eje de giro donde se ubica el centro de masa del cilindro redistribuidor, es decir L_1 :

$$L_1 = \frac{x_{CP}}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M \cdot L}{3m} \left(\frac{2L - 3x_{CP}}{x_{CP}^2} \right)} \right) \quad (1)$$

Es ahora, cuando se conoce la posición del centro de masa del redistribuidor de masa, cuando se debe proceder a su diseño. En el caso que se está ilustrando, simplemente se ha de construir un sistema de cilíndrico de masa m , cuya longitud total sea L y con un centro de masa localizado en el punto L_1 , para lo cual afortunadamente hay un gran número de opciones. Por ejemplo, un caso sencillo, es el empleo de 2 piezas cilíndricas de densidades diferentes ρ_A y ρ_B , siendo el componente A un material poco denso como los plásticos o el poliexpan, y el componente B puede ser algún material denso como el plomo, u otro metal. En este caso hay dos posibilidades muy sencillas:

1.- Caso de diseño de un redistribuidor de masa basado en la elección de materiales:

Si ambas piezas se fabrican con secciones idénticas y una longitud por ejemplo de la mitad del instrumento alargado, $L/2$, entonces la relación de las masas y de densidades de los dos materiales vendrá dado por la expresión,

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{3L/4 - L_1}{L_1 - L/4} \quad (2)$$

Encontrar ahora dos materiales con esta relación de densidades no supone ningún inconveniente con la actual tecnología de polímeros, composites y aleaciones.

2.- Caso de diseño de un redistribuidor de masa basado en la determinación de las longitudes de ambas piezas (fig. 2):

En este caso se parte de conocer de los materiales de ambas piezas y se pretende hallar las longitudes de las dos piezas, L_A y L_B , que hacen que el centro de masa del redistribuidor esté en el punto de interés L_1 . En tal caso la longitud de la pieza A, L_A , puede venir dada por una expresión en función de las masas m_A y m_B :

$$L_A = 2L_1 - \frac{m_B L}{m} = 2L_1 - \frac{m_B L}{m_B + m_A}$$

o, de una forma más útil, en función de las densidades de ambos materiales:

$$L_A = L_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\rho_B}{\rho_B - \rho_A} \left(\frac{2L \cdot L_1 - L^2}{L_1^2} \right)} \right) \quad (3)$$

En ambos casos se tiene $L_B = L - L_A$

Ejemplo 1: Supongamos una defensa cilíndrica de longitud $L = 60$ cm. Si fuese totalmente homogénea, el centro de percusión se localizaría aproximadamente a $x_{CP} = 2 \cdot L/3 = 40$ cm del eje de giro. Con el tratamiento aquí presentado, ahora se puede cambiar el centro de percusión a una distancia, por ejemplo, de $x_{CP} = 50$ cm de dicho eje. Para ello se calcula la posición del centro de masa del redistribuidor, L_1 , que según la expresión (1) para un redistribuidor con una masa del 75% de la masa de la cilindro principal (es decir $m=0,75 \cdot M$) resulta $L_1 = 57$ cm.

Si se emplea plomo como material B ($\rho = 11340$ kg/m³) y poliestireno como material A ($\rho = 10,5$ kg/m³), determinaremos las longitudes de los materiales A y B que serán las siguientes (véase fig. 2):

$$L_A = 57 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{11340}{(11340 - 10.5) \left(\frac{2 \times 60 \times 57 - 60^2}{57^2} \right)}} \right) = 54,6 \text{ cm}$$

$$L_B = 60 - 54,6 = 5,4 \text{ cm}$$

Ejemplo 2: Con este procedimiento, con el que se emplea dos materiales de igual longitud, las posiciones del centro de masa quedan acotadas entre $L/4$ y $3L/4$. Si disponemos de la defensa anterior de longitud $L = 60 \text{ cm}$, para la cual deseamos cambiar el centro de percusión desde 40 cm a una distancia entorno a $x_{CP} = 35 \text{ cm}$, la posición del centro de masa del redistribuidor (con una masa del 75% de la masa de la cilindro principal) será según (1) $L_1 = 27,8 \text{ cm}$. Así la relación de densidades deberá ser

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{3 \times 60/4 - 27,8}{27,8 - 60/4} = 1,342$$

Con este resultado, hay innumerables posibilidades. Por ejemplo, contando tan solo con los elementos químicos puros de la tabla periódica tenemos las parejas de metales: antimonio-cobre, titanio-vanadio, cerio-erbio, rodio-tantalio o cobre-paladio, como posibles candidatos. El primer metal de cada pareja es el considerado material A. Pero además, también se pueden contar con aleaciones y otros tipos de sustancias que amplían enormemente el espectro de posibilidades de construcción.

Por otro lado, cuando interese, se puede plantear redistribuidores de masa de más piezas, o incluso en una sola pieza de composición variable a lo largo de L (fig. 1). En el caso de un sistema de n masas como el de la figura 3, el centro de percusión x_{CP} estaría ubicado según la siguiente expresión:

$$x_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{oi}}{x_{CM} \sum_{i=1}^n m_i}$$

La forma de calcular los parámetros del sistema sería similar a los casos descritos anteriormente. Ni que decir tiene, que a mayor cantidad de masas mayor cantidad de soluciones. Evidentemente, se puede proponer que las longitudes de las n masas sean todas de igual tamaño, si lo que se desea es simplificar el problema, o distintas para casos más particulares. De la misma forma, en aras de simplificar los cálculos, también se puede proponer que el reparto de densidades sea proporcional a la distancia al eje de giro, la constante de proporcionalidad la puede elegir el fabricante según su criterio y necesidades.

Otras posibilidades más complejas donde también puede aplicarse este procedimiento de inhibición de vibraciones son los casos de estructuras compuestas por varios objetos alargados, que pueden abordarse por aplicación de varios redistribuidores de masa internas. Es decir, el procedimiento puede ser generalizado a sistemas compuestos por varios objetos alargados, pues la base física es la misma. Esto sería de aplicación, por ejemplo, en la fabricación de bates de béisbol contruidos en varias piezas, o en la fabricación de las defensas de uso policial tipo tonga (con mango o empuñadura transversal), etc.

REIVINDICACIONES

1. Inhibidor de vibraciones en objetos alargados sometidos a impactos, golpes y cualquier tipo de empuje, caracterizado por un elemento,
5 denominado redistribuidor de masa interna, basado en un sistema interno de masas distribuidas a lo largo del objeto, que permite desplazar el centro de percusión a lo largo del mismo, haciéndolo coincidir con el nodo de vibración, como consecuencia del cambio del centro de masas..
- 10 2. Inhibidor de vibraciones, según reivindicación 1, en el que el redistribuidor de masa interna puede estar constituido por una o más piezas de cualquier forma geométrica, alojadas a lo largo del objeto alargado que lo incorpora, encajados en un hueco practicado en torno a su eje central o paralelo al mismo.
- 15 3. Inhibidor de vibraciones, según reivindicación 2, caracterizado porque cuando está formado por una sola pieza, la composición y densidad del material del que está fabricado cambia a lo largo del mismo.
- 20 4. Inhibidor de vibraciones, según reivindicación 2, caracterizado porque cuando está compuesto por dos piezas de idéntica sección y de la misma longitud, las densidades de los materiales empleados para fabricar cada cilindro deben cumplir la relación:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{3L/4 - L_1}{L_1 - L/4}$$

25 Siendo:

L: la longitud total del objeto.

L₁: posición del centro de masa del redistribuidor de masa interna.

5. Inhibidor de vibraciones, según reivindicación 2, caracterizado porque conocidas las densidades de los dos materiales empleados en la fabricación de las dos piezas de idéntica sección que forman el redistribuidor de masa, la longitud de cada pieza debe cumplir la siguiente relación:

$$L_A = L_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\rho_B}{(\rho_B - \rho_A)} \left(\frac{2L \cdot L_1 - L^2}{L_1^2} \right)} \right), \text{ con } L_B = L - L_A$$

Siendo:

- L: la longitud total del objeto.
 L₁: posición del centro de masa del redistribuidor de masa interna.
 L_A: Longitud de la pieza más cercana al eje de giro.
 L_B: Longitud de la pieza más alejada.

6. Uso del inhibidor, según reivindicaciones 1 a 5, en cualquier objeto o instrumento alargado que requiera un control sobre la propagación de vibraciones, así como de las repercusiones de tales efectos, mediante el empleo de un redistribuidor de masa que permita posicionar el centro de percusión en un lugar predeterminado en el diseño.
7. Uso del inhibidor, según reivindicaciones 1 a 5 en objetos, instrumentos o utensilios alargados de uso en cualquier ámbito deportivo, especialmente aquellos deportes en los que sea necesario efectuar golpes, entre otros béisbol y softbol, raquetas de tenis, palos de golf.
8. Uso del inhibidor, según reivindicaciones 1 a 5 en defensas de uso policial.
9. Uso del inhibidor, según reivindicaciones 1 a 5 en sistemas complejos constituidos por objetos, instrumentos o utensilios alargados.

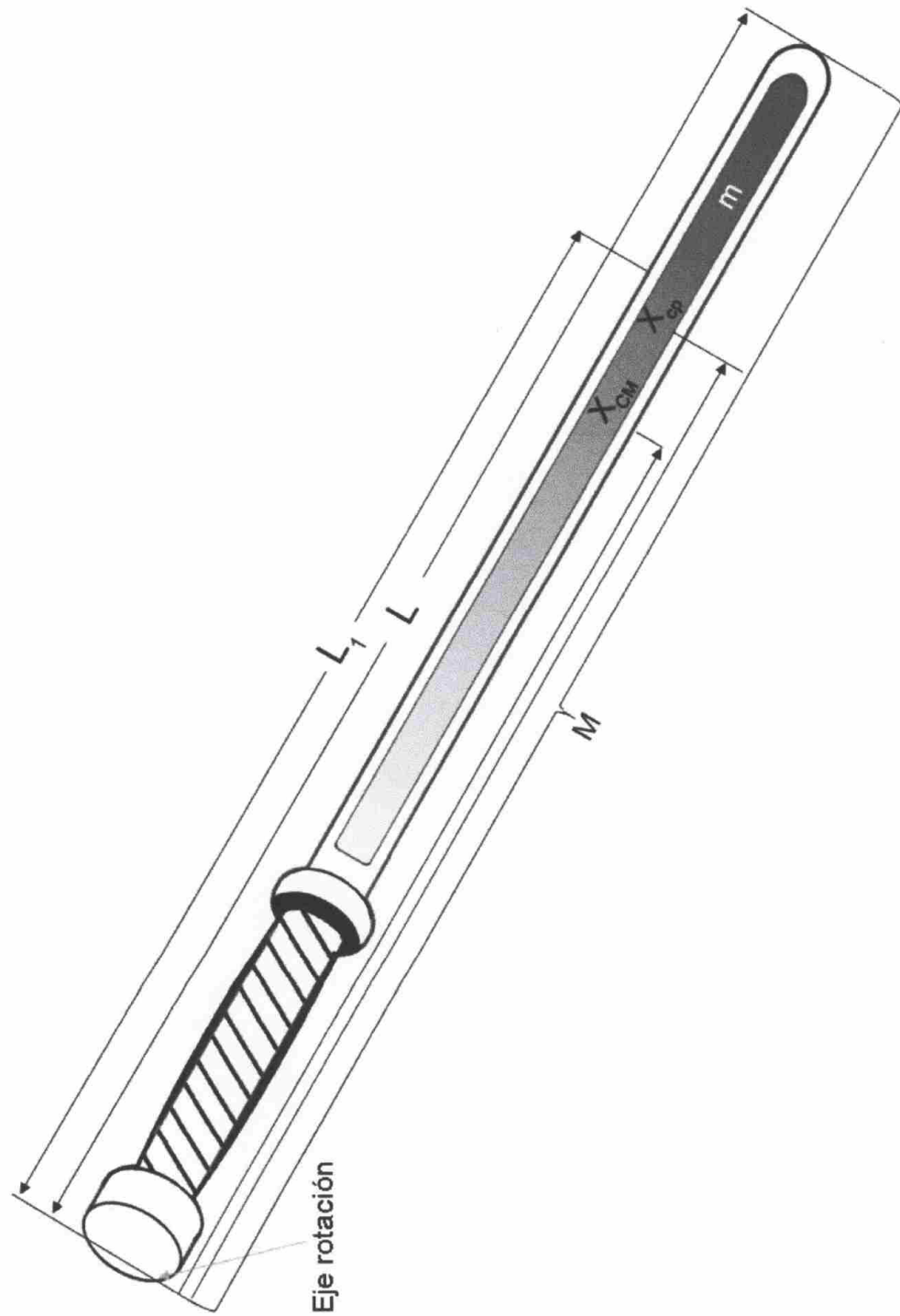


Fig. 1.

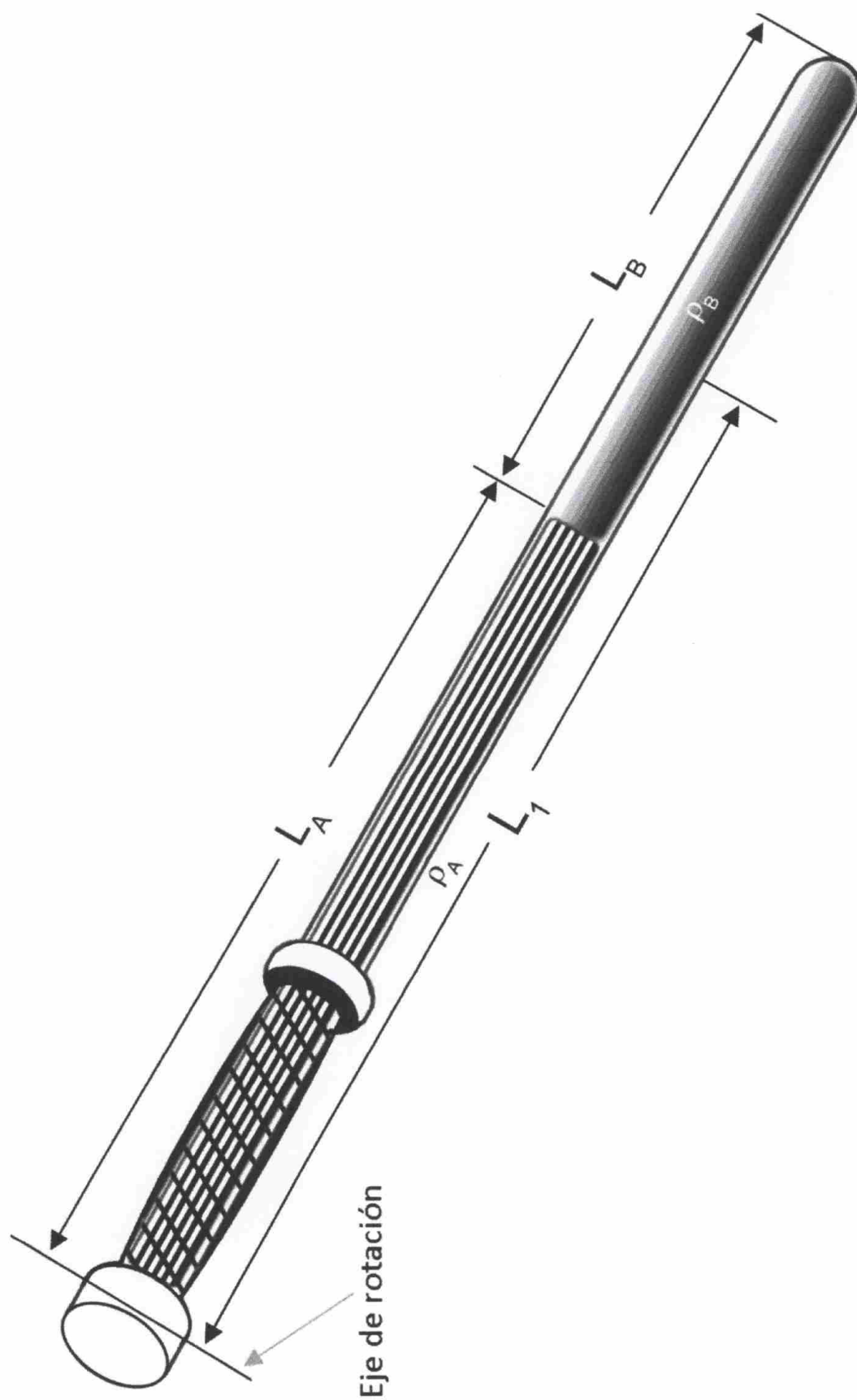


Fig. 2.

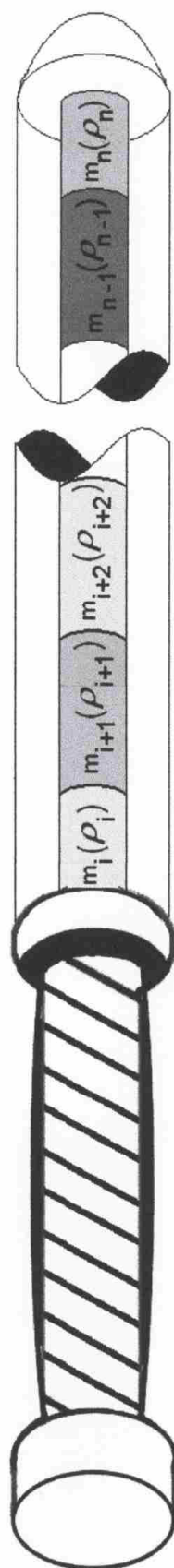


Fig. 3



- ②① N.º solicitud: 201500365
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.05.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	GB 2493530 A (JIANG KYLE) 13.02.2013, página 6, líneas 15-29; página 12, líneas 7-23; página 18, línea 9 – página 20, línea 34; figuras 2-3.	1-9
Y	AU 5416879 A (BECKER R) 10.07.1980, reivindicación 8; página 8, línea 23 – página 9, línea 13; figuras.	1-9
A	GB 218423 A (SYDNEY MONTAGUE JACOB et al.) 10.07.1924, documento completo.	1-9
A	US 4165071 A (FROLOW JACK L) 21.08.1979, documento completo.	1-9
A	US 2004038762 A1 (OKAMOTO KOJI) 26.02.2004, documento completo.	1-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
18.04.2016

Examinador
S. Gómez Fernández

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A63B60/02 (2015.01)

A63B60/42 (2015.01)

A63B60/54 (2015.01)

F41B15/02 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A63B, F41B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.04.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-9	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D1	GB 2493530 A (JIANG KYLE)	13.02.2013
D2	AU 5416879 A (BECKER R)	10.07.1980

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración*** Reivindicación 1, independiente**

Ya se conocía por D1 un objeto alargado (e.g. un bate) sometido a impactos (e.g. por una pelota), diseñado con una forma y configuración tal que su centro de percusión coincida con su nodo de vibración, posicionados ambos en la zona de impacto, minimizando así el efecto negativo (reacción y vibración) sobre el usuario que lo maneja (véase partes citadas en el IET).

D1 no aporta más orientación sobre cómo conseguirlo que ajustando la forma y configuración de dicho objeto alargado. No obstante, ya era bien conocido, por ejemplo por D2, que la posición del centro de percusión de un objeto alargado puede ajustarse haciéndolo hueco e insertando en su interior una o más masas de magnitudes o posiciones selectivamente elegidas para desplazar el centro de percusión a la posición deseada (véase partes citadas en el IET).

Así pues, no se aprecia actividad inventiva (art. 8 LP) en esta reivindicación en tanto que parece limitarse a utilizar un redistribuidor de masas del tipo divulgado en D2 para desplazar el centro de percusión a la posición óptima prevista en D1 (mínimo efecto sobre el usuario).

*** Reivindicaciones dependientes 2 a 9 (R2 a R9 en lo sucesivo)**

Tampoco se aprecia actividad inventiva (art. 6 LP) en estas reivindicaciones en tanto que sus características técnicas adicionales parecen estar previstas en D1 (R6) o D2 (R2,R7), o bien se dirigen a distintas alternativas de agregar masas con distintas magnitudes o posiciones para desplazar el centro de percusión en base a relaciones físicas bien conocidas como tales, o bien se dirigen a su uso en distintos objetos particulares (R8,R9) sin ningún efecto técnico particular adicional distinto del suyo propio.