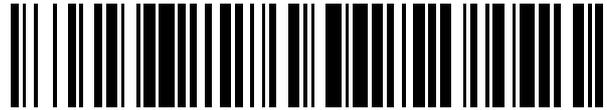


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 934**

51 Int. Cl.:

A42B 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.02.2016 PCT/IB2016/000333**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16132227**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2016 E 16751987 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3258803**

54 Título: **Sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo**

30 Prioridad:

19.02.2015 AU 2015900577

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

21.02.2020

73 Titular/es:

**MORGAN, DONALD, EDWARD (50.0%)
33 Kingsley Parade, Yoronga
4104 Brisbane, Queensland, AU y
STRATEGIC SPORTS LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:

MORGAN, DONALD, EDWARD

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 743 934 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 amortiguación frente a impacto de péndulo

5 Antecedentes**1. Campo**

10 La presente invención se refiere a la protección frente a impactos, y más específicamente, a la protección frente a impactos para la cabeza.

El documento US2010/0115686A1 da a conocer un casco protector que comprende un dispositivo de absorción de energía.

15 2. Técnica anterior

20 Un impacto a una cabeza en movimiento puede provocar que la cabeza decelere rápidamente, mientras que la inercia mantiene el cerebro desplazándose hacia adelante para impactar contra la superficie interior del cráneo. Tal impacto del cerebro contra el cráneo puede provocar hematomas (contusiones) y/o sangrado (hemorragia) al cerebro. Por tanto, la deceleración de la cabeza es un factor importante a tener en consideración al determinar la gravedad del daño cerebral provocado por el impacto a la cabeza.

25 En todos los tipos de impactos en la cabeza, la cabeza se ve sometida a una combinación de aceleración lineal y aceleración de rotación. Se considera que la aceleración lineal contribuye a daños cerebrales localizados, mientras que se considera la aceleración de rotación contribuye tanto a daños cerebrales localizados como difusos.

30 Los cascos pueden usarse para proteger la cabeza frente a impactos. Sin embargo, todos los cascos añaden al menos determinada masa añadida a la cabeza de su portador. Tal como se comentará en mayor detalle a continuación, la adición de masa a un casco puede aumentar los efectos de aceleración de rotación y deceleración en la cabeza y cerebro en comparación con un casco de una masa menor.

35 Existen diversas tecnologías de protección frente a impactos que se han propuesto para su uso en cascos para resolver la aceleración lineal y/o de rotación. Tales tecnologías incluyen Omni Directional Suspension™ (ODS™), (suspensión omnidireccional), Multiple Impact Protection System (MIPS®) (sistema de protección frente a múltiples impactos), SuperSkin®, y tecnología 360° Turbine.

40 En un casco con Omni Directional Suspension™ (ODS™) la carcasa exterior y el revestimiento están separados por componentes de ODS™. Sin embargo, los componentes de ODS™ añaden masa y volumen al casco. Asimismo, los componentes de ODS™ incluyen componentes duros adheridos al interior de la carcasa exterior. Como resultado, el sistema de ODS™ requiere el uso de un revestimiento duro y rígido para alojar los componentes duros. Además, existe la posibilidad de retirar componente de ODS™ individuales debido al desgaste por uso.

45 En un casco que incorpora MIPS®, el casco incluye una carcasa exterior, un revestimiento interior, y a capa de baja fricción. La capa de baja fricción se ubica en el interior del revestimiento de espuma contra la cabeza, de manera que el revestimiento de espuma de absorción de choques no está en contacto directo con la cabeza. Sin embargo, el uso de la capa de fricción y sus uniones reduce la capacidad del casco de absorber de manera eficaz una fuerza de impacto. Además, la tecnología de MIPS® añade masa y volumen al casco.

50 En un casco con SuperSkin®, se aplica una capa de una membrana y lubricante a la carcasa exterior del casco. La capa reduce la fricción entre la carcasa exterior y la superficie de impacto, reduciendo de ese modo los efectos angulares (de rotación) en la cabeza y el cerebro.

55 En un casco con tecnología 360° Turbine, se ubican múltiples turbinas circulares en el interior del revestimiento de espuma contra la cabeza. Aunque la tecnología añade una masa mínima al casco, las partes de las turbinas pueden separarse debido al desgaste por uso y, por tanto, puede no proporcionar protección al portador del casco durante un impacto.

60 Con la excepción de la tecnología SuperSkin®, las tecnologías de casco anteriormente mencionadas no tienen en consideración la totalidad del grosor y masa del casco como factor en la limitación de la deceleración. Asimismo, las tecnologías de casco anteriormente mencionadas potencian la incorporación de revestimientos más duros y rígidos (espuma de poliestireno expandido y otras espumas).

Sin embargo, los revestimientos más duros y rígidos pueden ser perjudiciales en cuanto a la eficacia de un casco para absorber fuerzas de impacto de traslación y angulares.

Sumario

5 Se describe un sistema de amortiguación de péndulo que mejora los cascos reduciendo efectos de deceleración y aceleración angular en la cabeza y el cerebro sin comprometer la capacidad del casco para absorber fuerzas angulares o de traslación para impactos elevados y bajos. La presente divulgación se refiere a todos los cascos para mejorar la protección contra efectos de deceleración y aceleración angular y de rotación en la cabeza.
10 Según una realización, se proporciona un sistema de amortiguación de péndulo dentro del grosor de un casco para desviar la protección oblicua frente a impactos para reducir los efectos de deceleración y aceleración angular en el cerebro de un portador del casco.

15 El sistema de amortiguación de péndulo responde al par de fuerza que se aplica de manera externa a la superficie exterior de carcasa del casco, así como dentro del interior del casco. Durante un impacto oblicuo de desvío, el sistema de amortiguación responde inmediatamente al par de fuerza cuando se aplica primero a la carcasa exterior del casco en lugar de esperar a la propagación del par de fuerza en el casco. Por el contrario, los sistemas existentes solo responden al par de fuerza que se aplica de manera interna al casco y de manera retardada.

20 Según una realización, un casco está comprendido por una carcasa exterior dura, un revestimiento compresible en contacto con una superficie interior de la carcasa exterior dura, y un revestimiento de comodidad en contacto con una superficie interior del revestimiento compresible. El orificio de amortiguación se define longitudinalmente a lo largo de un eje longitudinal a través de la carcasa exterior dura, el revestimiento compresible, y el
25 revestimiento de comodidad. El casco también incluye un sistema de amortiguación de péndulo dispuesto en el orificio de amortiguación y que se extiende longitudinalmente desde la carcasa exterior hasta el revestimiento de comodidad. El sistema de amortiguación de péndulo tiene una masa de péndulo que puede desplazarse lateralmente dentro del orificio de amortiguación.

30 El sistema de amortiguación de péndulo puede incluir un elemento de fijación exterior unido a la carcasa exterior dura, un vástago acoplado de manera flexible al elemento de fijación exterior y que se extiende longitudinalmente hacia adentro a la masa de péndulo a la que se acopla el vástago, y un estabilizador de cabeza acoplado de manera flexible a la masa de péndulo y separado longitudinalmente y hacia adentro de la masa de péndulo. El
35 estabilizador de cabeza está configurado para enganchar directamente una cabeza de un portador del casco y, por tanto, acoplar la masa de péndulo a la cabeza del portador. El sistema de amortiguación de péndulo también puede incluir un elemento elástico que se extiende entre la masa de péndulo y el estabilizador de cabeza. En respuesta a un par de fuerza aplicado de manera externa a la carcasa exterior durante un impacto, la masa de péndulo oscila lateral y/o longitudinalmente en el orificio de amortiguación para facilitar la disipación de energía del impacto.

40

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 ilustra fuerzas implicadas en un impacto entre un casco portado por un usuario y el suelo.

La figura 2 ilustra gráficamente el par de fuerza aplicado al casco como resultado de un impacto oblicuo de desvío.

50 La figura 3 ilustra esquemáticamente una vista en sección del cerebro de un portador del casco de la figura 2 durante el impacto oblicuo de desvío.

La figura 4 muestra un centro de aceleración y deceleración angular de la cabeza en el casco de la figura 2.

55 La figura 5 es una gráfica que muestra el efecto de masa añadida a una cabeza de un cadáver y los efectos sobre la aceleración de rotación del cadáver para dos niveles de impacto inercia.

La figura 6a es una vista en sección transversal esquemática de una realización de un sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo según la presente divulgación.

60 La figura 6b es una vista en sección transversal esquemática en despiece ordenado de una parte superior del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo mostrado en la figura 6a.

La figura 6c muestra una vista isométrica de un ejemplo del amortiguador de la figura 6a.

La figura 6d muestra una vista del amortiguador de la figura 6c a lo largo de la sección 6-6 en la figura 6c.

La figura 7a es una ilustración de una realización de un sistema que emplea una pluralidad de amortiguadores y tiras.

5 La figura 7b ilustra una parte de una tira mostrada en la figura 7a.

10 La figura 8a es una vista en sección transversal esquemática del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo de la figura 6a que muestra su respuesta durante una primera etapa ("activación de giro" de aceleración) provocada por un impacto oblicuo de desvío.

La figura 8b es una vista en sección transversal esquemática en despiece ordenado de una parte superior del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo de la figura 8a.

15 La figura 9a es una vista en sección transversal esquemática del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo de la figura 8a que muestra su respuesta durante una segunda etapa ("desactivación de giro" de aceleración) a continuación de la primera etapa.

20 La figura 9b es una vista en sección transversal esquemática en despiece ordenado de una parte superior del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo de la figura 9a.

La figura 10a es una vista en sección transversal esquemática de una segunda realización de un sistema de amortiguación de péndulo según la presente divulgación.

25 La figura 10b es una vista en sección transversal esquemática en despiece ordenado de una parte superior del sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo mostrado en la figura 10a.

30 La figura 11a es una vista en sección transversal esquemática de una tercera realización de un sistema de amortiguación según la presente divulgación.

La figura 11b es una vista en sección transversal esquemática del sistema de amortiguación de la figura 10a que muestra su respuesta durante una primera etapa ("activación de giro" de aceleración) provocada por un impacto oblicuo de desvío.

35 La figura 11c es una vista en sección transversal esquemática del sistema de amortiguación de la figura 10a que muestra su respuesta durante una segunda etapa ("desactivación de giro" de aceleración).

La figura 12 es una vista en sección lateral de una realización de un casco que incluye otra realización de un sistema de limitación.

40 **Descripción detallada**

Los tipos de impacto pueden clasificarse como impactos que implica una fuerza de traslación (lineal) e impactos que implican una fuerza de rotación, que pueden producirse en conjunto en un impacto o de manera independiente. Para impactos que implican una única fuerza de traslación, la cabeza con casco del conductor se somete a un movimiento rápido de aceleración o deceleración en una línea recta sin rotar alrededor del centro de gravedad del cerebro, que se ubica en la región pineal del cerebro. Para impactos que implican una única fuerza de rotación, la cabeza con casco se somete a una rápida aceleración o deceleración de rotación alrededor del centro de gravedad del cerebro.

50 La figura 4 muestra el centro de aceleración (y deceleración) angular ubicado aproximadamente en la sexta vértebra cervical en la columna cervical inferior. Para impactos que implican simplemente aceleración angular, el centro de gravedad del cerebro se flexionará rápidamente hacia adelante, hacia atrás, o hacia el lateral alrededor del centro de angulación. Para impactos que implican el centro de aceleración angular ubicado más arriba en la columna cervical o en la base del cráneo, la cabeza ejercerá unos efectos de aceleración y deceleración de rotación superiores en el cerebro. Cuando mayor sea el grado de aceleración de rotación experimentado por la cabeza con casco mayores serán los daños de cizalladura provocados al cerebro, tal como se comentará en mayor detalle a continuación. La magnitud y duración de tiempo de la aceleración y deceleración angular determinará la gravedad del daño aplicado al cerebro, tal como se comentará en mayor detalle a continuación.

60 Muchos impactos implican una combinación de fuerzas de traslación y de rotación. Las fuerzas implicadas en un impacto se muestran en la figura 1. Estas incluyen: la fuerza hacia abajo $+F_g$ debido a la gravedad que es el peso de la cabeza con casco (más el cuerpo); la fuerza hacia arriba $-F_g$ debido a la superficie de impacto que actúa sobre la cabeza con casco, que es la fuerza de reacción (esta es la tercera ley de movimiento de Newton: para

cada acción se producirá una reacción igual y opuesta); la fuerza aplicada horizontal $F_{aplicada}$, que es la componente de traslación de la fuerza combinada que actúa sobre la cabeza con casco del conductor y siempre actúa hacia adelante; y la fuerza de fricción horizontal $F_{fricción}$ debido a la superficie de rodamiento que actúa sobre la carcasa exterior del casco que siempre actúa de manera opuesta a la fuerza aplicada horizontal.

5 Haciendo referencia a la figura 2, un impacto oblicuo de desvío mostrado en el lado derecho del casco, encima del visor, da como resultado que la cabeza (y cuerpo) del conductor experimenten una grave fuerza de torsión, que es la componente de rotación de la fuerza combinada, que actúa alrededor de un punto de rotación. La fricción creada entre la carcasa exterior del casco y la superficie de rodamiento crea un efecto de agarre momentáneo en el casco, dando como resultado que la cabeza con casco del conductor experimente un par de fuerza que provoca efectos de deceleración o aceleración sobre el cerebro. Muchos daños traumáticos en la cabeza (por ejemplo, provocados en motociclistas y ciclistas) están provocados por fuerzas de rotación que se generan, habitualmente, como resultado de que la cabeza con casco experimente un impacto oblicuo de desvío de este tipo con una superficie de rodamiento dura u otro objeto inmóvil.

15 La figura 3 muestra una vista esquemática de un cerebro de un portador del casco de la figura 2 con una parte superior del cráneo recortada por motivos de claridad de ilustración. El cerebro es un tejido suave similar a gelatina suspendido dentro del cráneo en una acumulación de fluido cerebroespinal. El cerebro está cubierto por tres capas de membrana en las que la capa más exterior, denominada duramadre, está conectada con el interior del cráneo en diversos puntos de sutura que sirven para suspender el cerebro dentro del cráneo. Una rápida aceleración o deceleración de rotación da como resultado que fuerzas de cizalladura afecten a los diversos puntos de sutura y a diferentes masas del cerebro, provocando de ese modo el estiramiento y desgarro de fibras nerviosas y la ruptura de venas de ligadura. Se ha informado de que dos límites de tolerancia para la aceleración de rotación son 1.800 rad/s^2 para conmociones y 5.000 rad/s^2 para las rupturas de venas de ligadura. Las fuerzas de cizalladura se producen notablemente en las uniones entre los tejidos cerebrales de diferentes densidades. Por ejemplo, la materia gris tiene una densidad mayor que la materia blanca, dando como resultado que partes del cerebro se muevan a diferentes velocidades en el interior del cráneo. Por ejemplo, la parte interior del cerebro se colocará detrás de la parte exterior del cerebro. Los tejidos cerebrales pueden verse dañados si se someten a aceleración o deceleración más allá de sus límites de tolerancia respectivos.

30 Además, la magnitud y tiempo de duración de la aceleración y deceleración angulares son factores que pueden afectar a la gravedad del daño cerebral sufrido. En general, cuanto más largo sea el tiempo de aplicación de la fuerza de impacto contra el casco, menor será el trabajo que tenga que realizar el casco para absorber esa fuerza. Esto se basa en la siguiente ecuación de impulso:

$$35 \quad F \times t = m \times \Delta v, \quad (1)$$

en donde F representa la fuerza de impacto, t representa el tiempo para la aplicación de la fuerza (tiempo de interacción frente a impacto), m representa la masa del casco, y Δv representa un cambio de velocidad. Dicho de otro modo, el casco trabaja para absorber la fuerza de impacto durante el tiempo de interacción frente a impacto.

45 Algunos cascos de espuma están realizados de una espuma dura de única densidad (por ejemplo, similar a la espuma usada en cascos de bicicletas). Un casco de espuma duro de este tipo, cuando se ve sometido a un impacto, experimentará un tiempo de impacto corto y una gran deceleración de la cabeza, lo que requiere que el casco realice una cantidad de trabajo relativamente grande en la absorción de la fuerza de impacto. Generalmente, los cascos de espuma dura no pueden absorber la fuerza de impacto y hacen poco por reducir la fuerza trasladada a través del casco a la cabeza.

50 Asimismo, algunos cascos incluyen materiales de espuma compresible para permitir una deceleración gradual debido a la compresión de la espuma. La compresión de tales materiales puede reducir la deceleración de la cabeza, de modo que el tiempo de interacción del impacto es más largo. Como resultado del tiempo de impacto más largo, se produce una reducción (en comparación con un impacto de cabeza en el que se porta un casco con un revestimiento de espuma duro) de las fuerzas trasladadas a través del casco a la cabeza.

55 Tal como se indicó anteriormente, la aceleración de rotación del cerebro no se produce de manera independiente en la mayor parte de los impactos. Sin embargo, las interacciones entre la cabeza y el cuello favorecen la producción de aceleración angular tras el impacto. Cuando se produce una combinación de aceleración de traslación y rotación, la aceleración angular es la forma más común de daños inerciales de la cabeza. La figura 4 muestra el centro de aceleración (y deceleración) angular ubicado aproximadamente en la sexta vértebra cervical en la columna cervical inferior. Para impactos que implican aceleración angular, el centro de gravedad del cerebro se flexionará rápidamente hacia adelante, hacia atrás, o hacia el lateral alrededor del centro de angulación en el cuello. Para impactos que implican que el centro de aceleración angular esté ubicado más arriba en la columna cervical o en la base del cráneo, la cabeza ejercerá unos efectos de aceleración y deceleración de rotación mayores en el cerebro.

5 Cuando mayor sea la masa del casco 1 en la cabeza del conductor, mayores serán los efectos de aceleración o deceleración de rotación sobre el cerebro. La figura 5 muestra los efectos de masa añadida a una cabeza de cadáver y los efectos sobre la aceleración de rotación del cadáver para dos niveles de inercia de impacto. Una cabeza humana media pesa aproximadamente 1,5 kilogramos. Tal como se muestra en la figura 5, el efecto sobre la aceleración de rotación de la masa añadida de un casco aumenta lentamente hasta 1.000 graos, pero entonces el efecto aumenta a una velocidad mayor por encima de los 1.000 gramos. Asimismo, el efecto sobre la aceleración de rotación de la masa añadida de un casco es más pronunciado para niveles de inercia de impacto más bajos que para niveles de inercia de impacto más elevados. Por tanto, la minimización de la cantidad de masa añadida a un casco resulta beneficiosa para la reducción de los efectos de aceleración y deceleración de rotación sobre el cerebro.

15 Las figuras 6a y 6b muestran vistas en sección transversal esquemáticas de un casco 1 que está configurado para llevarse en una cabeza 2 de un portador y que incorpora una realización de uno o más amortiguadores 3 de impacto de péndulo. En primer lugar, se hace referencia a la figura 6a, que muestra una sección transversal de del amortiguador 3 de impactos de péndulo, que se coloca al menos parcialmente en el interior de un orificio 4 de amortiguación circular que se define a través del grosor del casco 1. En una realización, el orificio 4 se extiende longitudinalmente alrededor de un eje longitudinal A-A desde la parte exterior del casco 1 hasta el interior del casco 1. En la figura 6a, el amortiguador 3 de péndulo se muestra en una posición neutra, sin deformar, que se extiende sustancialmente en paralelo al eje A-A. El amortiguador 3 se extiende desde un extremo 3a exterior hasta un extremo 3b interior.

25 Tal como se usan en el presente documento, los términos “interior”, “dentro”, y “hacia adentro” se refieren a direcciones desde el exterior del casco hacia la cabeza 2 del portador y los términos “exterior”, “fuera”, y “hacia fuera” se refieren a direcciones desde el interior del casco hacia el exterior del casco alejándose de la cabeza 2 del portador. Asimismo, tal como se usan en el presente documento, los términos longitudinal y lateral, se refieren, respectivamente, a direcciones paralelas al eje A-A del orificio 4 de amortiguación y transversales al eje del orificio de amortiguación.

30 El casco 1 también puede incluir una carcasa 5 exterior dura y un revestimiento 6 de absorción de choques, que se extiende contra una superficie de contacto interior de la carcasa 5 exterior. El revestimiento 6 de absorción de choques puede estar realizado de espuma, tal como espuma de poliestireno expandido (EPS), por ejemplo. Alternativamente, el revestimiento 6 de absorción de choques puede estar realizado de un material viscoelástico. El extremo 3a exterior del amortiguador 3 está unido a la carcasa 5 exterior. El amortiguador 3 puede emplearse con cualquier casco deseado incluyendo casos de motocicleta, bicicleta, esquí, patinaje, fútbol americano, monta, así como cascos usados por trabajadores de la construcción, trabajadores de emergencias, y personal militar.

40 El casco 1 también incluye un revestimiento 7 de comodidad que se extiende contra una superficie 6a de contacto interior del revestimiento 6 de absorción de choques. El revestimiento de comodidad puede estar realizado de espuma protectora, similar a acolchados de tapicería. Un lado interior del revestimiento 7 de comodidad está separado de un estabilizador 12 de cabeza, que está unido al extremo 3b interior del amortiguador 3. El orificio 4 de amortiguación se define por una primera parte 4a que se extiende longitudinalmente y una segunda parte 4b que se extiende longitudinalmente, que están alineadas coaxialmente alrededor del eje A-A. En la realización mostrada en la figura 6a, las dos partes 4a, 4b tienen diferentes diámetros; es decir, la segunda parte 4b tiene un diámetro mayor que el de la primera parte 4a. En una realización, la primera parte 4a se extiende hacia adentro desde el lado exterior de la carcasa 5 exterior dura hasta un punto 4c de transición ubicado dentro del revestimiento 6 de absorción de choques. En otra realización, el orificio 4 de amortiguación puede no extenderse a través de la carcasa 5 exterior dura. El punto 4c de transición es un punto en el que los diámetros de las dos partes 4a, 4b del orificio 4 de amortiguación varían. La segunda parte 4b se extiende desde el punto 4c de transición hasta un lado 7a interior del revestimiento 7 de comodidad.

55 El amortiguador 3 puede dividirse de manera conceptual en dos secciones de la siguiente manera: 1) un elemento 8 de fijación exterior; un cuello 14 exterior; un árbol 9; una masa 10 de péndulo; un elemento 11 elástico; y un estabilizador 12 de cabeza.

60 El elemento 8 de fijación exterior puede unirse (por ejemplo, adherirse, fusionarse, pegarse, etc.) a la carcasa 5 exterior del casco 1 y/o el revestimiento 6 de absorción de choques. En la realización mostrada en la figura 6a, una superficie 8a lateral del elemento 8 de fijación exterior puede estar unida a una superficie de contacto complementaria de la primera parte 4a de la perforación 4 dentro del grosor exterior del revestimiento 6 de absorción de choques. En una realización, el extremo 8b exterior del elemento 8 de anclaje puede estar a nivel de o sobresalir desde una superficie 5a exterior de la carcasa 5 dura. Alternativamente, en un caso en donde el orificio 4 no se extienda a través de la carcasa 5 exterior dura, el extremo exterior del elemento de anclaje puede estar contacto con una superficie 5b interior de la carcasa 5 exterior dura.

El cuello 14 flexible se extiende hacia adentro desde el elemento 8 de fijación exterior. El cuello 14 flexible puede incluir al menos una parte que se estrecha o cónica, y puede estar formado sustancialmente en la forma de un reloj de arena, tal como se muestra en la figura 6a. El cuello 14 exterior también está conectado a un extremo 9a exterior del árbol 9. El árbol 9 y el cuello 14 flexible están separados de y no tienen contacto con la superficie interior del orificio 4. El cuello 14 proporciona una conexión flexible, elástica entre el árbol 9 y el elemento 8 de fijación exterior para permitir que el árbol 9 pivote alrededor del cuello 14 de modo que el árbol 9 pueda desviarse un ángulo con respecto al eje longitudinal A-A en al menos una configuración, tal como se describirá en mayor detalle a continuación. En la posición neutra, sin deformar mostrada en la figura 6a, el árbol 9 está colgado de manera suelta del cuello 14 flexible, en paralelo al eje A-A, en el interior del orificio 4 de amortiguación circular. Asimismo, en la posición neutra mostrada en la figura 6a, el elemento 8 de fijación exterior, el cuello 14, y el árbol 9 se extienden coaxialmente a lo largo del eje longitudinal A-A.

Un extremo 9b interior del árbol 9 está conectado a la masa 10 de péndulo. En la realización mostrada en la figura 6a, la masa 10 de péndulo tiene un diámetro que es mayor que el del elemento 8 de anclaje y el árbol 9, pero es menor que el de la segunda parte 4b del orificio 4 de amortiguación. Por tanto, en la posición neutra mostrada en la figura 6a la masa 10 de péndulo está separada lateralmente desde y cuelga de manera suelta en el interior de la segunda parte 4b del orificio 4 de amortiguación, justo hacia dentro con respecto al punto 4c de transición.

La masa 10 de péndulo está conectada a un extremo 11a exterior del elemento 11 elástico. La conexión entre la masa 10 de péndulo y el elemento 11 elástico es flexible y elástica. El elemento 11 elástico puede extenderse, es compresible, y puede hacerse pivotar alrededor del eje longitudinal A-A para permitir el movimiento de la masa 10 de péndulo longitudinal y lateralmente dentro de la segunda parte 4b del orificio 4. El elemento 11 elástico está configurado para deformarse elásticamente en una o más de cizalla, deslizamiento de rotación, así como mediante compresión cuando el amortiguador 3 se desvía de su posición neutra, tal como cuando la masa 10 de péndulo se mueve lateralmente con respecto a un eje A-A durante una situación de impacto, tal como se describe en mayor detalle a continuación. El elemento 11 elástico puede desviarse formando un ángulo con respecto al eje longitudinal A-A, tal como se describirá en mayor detalle a continuación en el presente documento y volver a su posición no desviada mostrada en la figura 6a. El elemento 11 elástico puede ser macizo o puede ser tubular y hueco en su interior para favorecer la compresión longitudinal.

Un extremo 11b interior del elemento 11 elástico está conectado al estabilizador 12 de cabeza. La conexión entre el estabilizador 12 de cabeza y el elemento 11 elástico es flexible y elástica para permitir que el elemento 11 elástico se desvíe lateralmente formando un ángulo con respecto al estabilizador 12 de cabeza, así como para extenderse y comprimirse longitudinalmente con respecto al estabilizador 12 de cabeza. Una superficie interior del estabilizador 12 de cabeza está configurada para entrar en contacto o de otro modo enganchar la cabeza 2 en o de manera próxima a una posición determinada en la cabeza 2, tal como la parte superior de la cabeza. El estabilizador 12 de cabeza puede potenciar el efecto de protección del revestimiento 7 de comodidad, así como añadir estabilidad para sostener la cabeza 2 en el interior del casco 1. Un hueco 22 se define entre el estabilizador 12 de cabeza y la superficie 7a interior del revestimiento 7 de comodidad. El hueco 22 permite el acceso de un flujo de aire dentro y fuera del orificio 4. Debido al movimiento relativo entre el casco 1 y la cabeza 2 durante el uso, el hueco 22 puede cambiar de tamaño o incluso cerrarse temporalmente.

La figura 6b muestra una vista en despiece ordenado de una parte superior de la figura 6a. Tal como se muestra en la figura 6b, el elemento 8 de fijación exterior puede definir dos ventilaciones 13 de aire. Las ventilaciones 13 de aire pueden formarse como orificios pasantes cilíndricos que se extienden longitudinalmente a través del elemento 8 de fijación exterior. Las ventilaciones 13 de aire pueden alinearse con los orificios formados en la carcasa 5 exterior. Las ventilaciones 13 de aire se usan para transportar aire entre el exterior del casco 1 y el interior del casco 1. A ese respecto, las ventilaciones 13 de aire están en comunicación con el hueco 22 de modo que el aire puede fluir a través del orificio 4 entre las ventilaciones 13 de aire y el hueco 22.

En una realización, un diámetro de la primera parte 4a del orificio 4 de amortiguación puede ser de 10 mm a 30 mm, y un diámetro de la segunda parte 4b del orificio 4 de amortiguación puede ser de 20 mm a 40 mm. Asimismo, la distancia lateral entre el árbol 9 cilíndrico y la primera parte del orificio 4 de amortiguación puede ser de 2 mm a 10 mm, y la distancia entre la periferia exterior de la masa 10 de péndulo y la segunda parte del orificio 4 de amortiguación puede ser de hasta 10 mm, y más preferiblemente puede ser de 5 a 10 mm. En una realización la longitud de la primera parte 4a puede ser de 25 mm a 60 mm.

La figura 6c muestra una vista isométrica de una realización de un amortiguador 3 y la figura 6d muestra una vista en sección del amortiguador 3 a lo largo de la línea 6-6 en la figura 6c. En la realización mostrada, el ángulo incluido α entre las superficies exteriores del cuello 14 es aproximadamente 127 ± 10 grados y el ángulo incluido β entre las superficies exteriores del elemento 11 elástico es aproximadamente 110 ± 10 grados. Asimismo, en la figura 6c, el estabilizador 12 de cabeza tiene un diámetro de 60mm, la masa 10 de péndulo tiene un diámetro de

30 mm, y el elemento 8 de fijación exterior cilíndrico tiene un diámetro de 30 mm. La masa 10 de péndulo está separada longitudinalmente del estabilizador 12 de cabeza aproximadamente 15 mm y está separada longitudinalmente de la sección 8 cilíndrica aproximadamente 20 mm.

5 El amortiguador 3 puede estar realizado en parte o en su totalidad a partir de caucho o poliuretano (PU) que presentan una densidad uniforme en la totalidad de las partes del amortiguador 3. Asimismo, el material que forma el amortiguador 3 puede estar realizado en parte o en su totalidad a partir de al menos uno de poron®,
 10 armourgel, D30®, o algún otro material adecuado. El amortiguador 3 puede construirse como un elemento unitario o como un conjunto de uno o más del elemento 8 de fijación exterior, cuello 14 exterior, árbol 9, masa 10 de péndulo, elemento 11 elástico, y estabilizador 12 de cabeza. En una realización, cada una de las secciones anteriormente mencionadas del amortiguador 3 de péndulo puede tener la misma compresibilidad o rigidez o tener diferentes, en donde la rigidez tiene una relación proporcionalmente inversa con respecto a la compresibilidad. En una realización, el elemento 8 de fijación exterior y el árbol 9 pueden tener la mayor rigidez, mientras que la masa 10 de péndulo, el elemento 11 elástico, y el estabilizador de cabeza pueden construirse
 15 teniendo una rigidez relativamente menor. Según las enseñanzas de la presente divulgación, el material empleado y los valores seleccionados para compresibilidad o rigidez para cada sección del amortiguador 3 permiten que el amortiguador 3 lleve a cabo su efecto deseado en la absorción de aceleración y deceleración angular durante un impacto oblicuo de desvío o impacto de traslación.

20 La figura 7a muestra una vista en planta de una disposición a modo de ejemplo en la que se disponen una pluralidad de amortiguadores 103 en un patrón de montaje de un casco, tal como el casco 1. En el ejemplo de la figura 7a, no se muestra un casco por motivos de claridad de ilustración. Los amortiguadores 103 son iguales que los amortiguadores 3, pero con la excepción de que el estabilizador 112 de cabeza, que se modifica a partir del estabilizador 12 de cabeza, define una pluralidad de conjuntos 18 de orificios 18a, cuya función se describirá
 25 en mayor detalle a continuación. Los orificios 18a de cada conjunto 18 están separados radialmente uno con respecto a otro. Asimismo, cada conjunto 18 está separado de igual manera circunferencialmente con respecto a un conjunto 18 adyacente. En la realización mostrada en la figura 7a, los conjuntos 18 adyacentes de orificios 18a están separados aproximadamente 45 grados.

30 Los amortiguadores 103 se conectan mediante una pluralidad de uniones 17 flexibles. En este ejemplo, se muestran cinco amortiguadores 103 montados en diferentes ubicaciones en el patrón de montaje. Los amortiguadores 103 se disponen de modo que un estabilizador 112a central se coloca en el casco para entrar en contacto con la parte superior de la cabeza, se proporcionan dos estabilizadores 112b, 112c de cabeza para entrar en contacto con las partes frontales derecha e izquierda de la cabeza, y se colocan dos estabilizadores
 35 112d, 112e de cabeza para entrar en contacto con las partes traseras derecha e izquierda de la cabeza. Tal como se muestra en la figura 7a, se disponen cuatro de los estabilizadores 112b, 112c, 112d, y 112e de cabeza en un patrón cuadrado alrededor del estabilizador 112a central.

40 Los cinco estabilizadores 112a a 112e de cabeza se conectan en conjunto mediante las uniones 17 flexibles (por ejemplo, bandas o tiras), de las que una se muestra en mayor detalle en la figura 7b. Específicamente, los cuatro estabilizadores 112b a 112e, que rodean el estabilizador 112a central, se conectan mediante uniones 17 en un patrón cuadrado, y cada uno de esos cuatro estabilizadores 112b a 112e está conectado al estabilizador central mediante otras uniones 17 en un patrón en x. Las uniones 17 flexibles facilitan la colocación de cada masa 110 de péndulo respectiva de cada amortiguador 103 dentro de un orificio correspondiente (por ejemplo, el orificio 4
 45 en el casco 1) y colocando de ese modo de manera correcta cada estabilizador 112a a 112e de cabeza con respecto a la cabeza. Cada unión 17 está conectada, en sus extremos, a un par de estabilizadores 112.

50 Tal como se muestra en mayor detalle en la figura 7b, cada unión 17 tiene una pluralidad de conjuntos 19 de salientes 19a que se extienden hacia adentro desde un lado 20 orientado hacia adentro 20 de la unión 17. Cada conjunto 19 de salientes 19a está configurado para recibirse en un conjunto 18 de orificios 18a correspondiente en la unión 17. En una realización, las uniones 17 están formadas a partir de plástico flexible y pueden construirse como las tiras de ajuste traseras de una gorra de béisbol. Cada unión 17 también tiene un orificio 21 pasante (figura 7a) en su centro entre los extremos de la unión 17. Los estabilizadores 112a a 112e de cabeza pueden acoplarse a un sistema de retención (no se muestra) a través de las uniones 17 para unir adicionalmente
 55 el casco a la cabeza o a la barbilla del usuario. Por ejemplo, en una realización, una tira de barbilla, tal como la mostrada en la figura 12, puede conectarse a los orificios 21 en las uniones 17, que se conectan a los estabilizadores 112a a 112e de cabeza.

60 Debido a las diferencias de tamaño de los cascos para ajustarse a diferentes tamaños de cabezas, la separación entre los estabilizadores 112 de cabeza puede variar. Por tanto, para adaptarse a tal variedad de tamaños, las uniones 17 pueden fabricarse de modo que sus longitudes puedan dimensionarse basándose en el tamaño del casco al que se acoplan las uniones 17. En una realización, por ejemplo, las uniones 17 pueden realizarse de una tira continua de material que tiene conjuntos 19 de salientes separados de manera regular que se extienden desde la misma, de manera que el material puede cortarse para dar longitudes basándose en la separación de

los estabilizadores 112 de cabeza para el tamaño de casco respectivo. Alternativamente, en otra realización, las uniones 17 pueden estar configuradas para poder ajustarse sin cortarse, tal como, por ejemplo, realizándose como un conjunto de dos piezas, teniendo una pieza una serie de conjuntos 19 de salientes 19a y otra pieza compatible una serie de conjuntos 18 de orificio 18a pasantes que pueden recibir los salientes 19a, de manera similar a las tiras de ajuste traseras de una gorra de béisbol de dos piezas anteriormente mencionadas.

En caso de producirse un impacto contra el casco 1, se producirá un movimiento relativo entre el amortiguador 3 y el casco 1 descrito anteriormente, de manera que el amortiguador 3 se desviará de la posición neutra mostrada en la figura 6a. En caso de un impacto oblicuo de desvío en el casco 1, tal como el mostrado en la figura 2, el impacto puede observarse como una situación de dos etapas: una primera etapa de activación de giro; y una segunda etapa de desactivación de giro que sigue la primera etapa de activación de giro.

La figura 8a muestra un estado del amortiguador 3 de la figura 6a tras haberse desviado de su posición neutra durante la primera etapa de activación. Cuando el casco 1 experimenta un impacto oblicuo de desvío, el casco 1 experimenta una aceleración angular (denominada "activación de giro") debido a un par de fuerza externo aplicado a la carcasa 5 exterior del casco 1. El par de fuerza externo se representa mediante la flecha que apunta hacia la izquierda en la figura 8a. En respuesta al par de fuerza externo aplicado, se produce una respuesta de inercia del amortiguador 3 para contrarrestar el par de fuerza aplicado, estando la respuesta representada por la flecha que apunta hacia la derecha en la figura 8a. A ese respecto, la masa 10 de péndulo que cuelga de manera suelta permanece en el mismo estado de movimiento (descanso), mientras que la carcasa 5 exterior, el revestimiento 6, y el revestimiento 7 de comodidad se mueven hacia la izquierda, provocando de ese modo doblado/flexión/cizalladura del árbol 9 en el cuello 14 estrecho y de manera similar en el elemento 11 elástico, así como entre el árbol 9 y la masa 10 de péndulo y entre la masa 10 de péndulo y el elemento 11 elástico. Si el par de fuerza es lo suficientemente grande, la masa 10 de péndulo puede entrar en contacto con la superficie interior del revestimiento 6 que rodea la segunda parte 4b del orificio 4, tal como se muestra en la figura 8a. El efecto inercial del amortiguador 3 dará como resultado que el estabilizador 12 de cabeza enganche la cabeza 2 de modo que la cabeza 2 permanece en descanso en el casco 1, reduciendo de ese modo los efectos de aceleración angular en el cerebro. La figura 8b muestra una vista en despiece ordenado de la parte superior del casco 1 mostrada en la figura 8a, que muestra los orificios 13 de ventilación y la flexión del cuello 14.

Tras la etapa de activación de giro, comienza la etapa de "desactivación de giro", durante la que el casco 1 se someterá a deceleración angular (de rotación) y en donde el casco 1 experimenta un par de fuerza (representado por la flecha que apunta hacia la derecha en la figura 9a) en una dirección opuesta a la que se produjo durante la etapa de activación de giro. La carcasa 5 exterior, el revestimiento 6, y el revestimiento 7 de comodidad se mueven hacia la derecha, provocando de ese modo el doblado/flexión/cizalladura del árbol 9 en el cuello 14 estrecho y de manera similar en el elemento 11 elástico, así como entre el árbol 9 y la masa 10 de péndulo y entre la masa 10 de péndulo y el elemento 11 elástico. Durante la etapa de desactivación de giro, la masa 10 se mueve hacia un lado del eje A-A opuesto al de la etapa de activación de giro. La respuesta inercial del amortiguador 3, y más particularmente la masa 10 de péndulo, provocará que el estabilizador 12 de cabeza enganche la cabeza 2 para permanecer en descanso en el interior del casco 1, reduciendo de ese modo los efectos de deceleración angular en el cerebro. La figura 9b muestra una vista en despiece ordenado de la parte superior del casco 1 mostrada en la figura 9a, que muestra los orificios 13 de ventilación. Después de la etapa de desactivación de giro, la masa 10 de péndulo volverá a su posición neutra a lo largo del eje A-A, mostrada en la figura 6a, de manera que la masa de péndulo habrá completado una oscilación completa alrededor del eje A-A tras experimentar un impacto oblicuo.

El casco 1 también puede experimentar fuerzas externas que no son simplemente impactos oblicuos. Por ejemplo, el casco 1 también puede experimentar fuerzas externas que tienen una componente que se dirige hacia la dirección longitudinal. Tal como se describió anteriormente, al menos el elemento 11 elástico del amortiguador 3 es compresible y puede extenderse en la dirección longitudinal de modo que, si el casco experimenta una fuerza externa en la dirección longitudinal, el movimiento relativo entre la carcasa 5 exterior y el revestimiento 7 de comodidad puede provocar que el amortiguador 3 se comprima como un resorte para absorber parte de la fuerza de impacto junto con el revestimiento 6 de espuma.

La figura 10a muestra una vista en sección transversal de otra realización de un amortiguador 203 de impactos de péndulo, similar en construcción al amortiguador 3, pero en el que elementos similares se incrementan en "200". El elemento 211 elástico está configurado para flexionarse, doblarse, y experimentar cizalladura. La principal diferencia entre el amortiguador 203 y el amortiguador 3 es que el diámetro de masa del péndulo 210 de amortiguador 203 es mayor que la masa 10 de modo que en la posición neutra mostrada en la figura 10a, la masa 210 está en contacto con la superficie interior de una segunda parte 204a del orificio 204 de amortiguación. La masa 210 puede estar formada por un material compresible, tal como caucho. En vista de que la masa 210 entra en contacto con la superficie interior de la segunda parte 204a en la posición neutra, la masa 210 puede oscilar menos alrededor del cuello 214 de lo que oscila la masa 10 alrededor del cuello 14 en el amortiguador 3. En su lugar, durante una situación de impacto oblicuo de desvío, tal como se describió anteriormente con

5 respecto a las figuras 8a a 9b, el árbol 209 se desviará angularmente con respecto al eje A-A y la masa 210 tenderá a comprimirse lateralmente contra el revestimiento 205 de espuma, que actuará para absorber la energía. Las propiedades del material de la masa 210 pueden seleccionarse para lograr las respuestas de inercia deseadas durante las etapas de activación de giro y desactivación de giro. Por ejemplo, para lograr un mayor tiempo de activación de giro, puede seleccionarse un material más compresible para la masa 210 y para lograr un menos tiempo de activación de giro, puede seleccionarse un material menos compresible para la masa 210.

10 La figura 10b muestra una vista en despiece ordenado de una parte superior de la sección transversal de la figura 10a, que incorpora, opcionalmente, dos ventilaciones 213 de aire cilíndricas opuestas en lados opuestos de la sección 208 superior cilíndrica. Las ventilaciones 213 de aire pueden formarse como orificios pasantes cilíndricos. Las ventilaciones 213 de aire cilíndricas se usan para transportar aire entre el exterior del casco y el interior del casco por medio del orificio 204 de amortiguación.

15 La figura 11a muestra una sección transversal de todavía otra realización de un amortiguador 503 de impactos de péndulo, que se coloca al menos parcialmente en el interior de un orificio 504 de amortiguación circular definido a través del grosor de un casco 501. El orificio 504 se extiende longitudinalmente desde el exterior del casco 501 hasta el interior del casco 501.

20 El casco 501 incluye una carcasa 505 exterior dura y un revestimiento 506 de absorción de choques, que se extiende contra una superficie de contacto interior de la carcasa 505 exterior. El revestimiento 506 de absorción de choques puede estar realizado de espuma, tal como espuma de poliestireno expandido (EPS), por ejemplo.

25 Alternativamente, el revestimiento 506 de absorción de choques puede estar realizado de un material viscoelástico. Un extremo 503a exterior del amortiguador 503 puede estar conectado a la carcasa 505 exterior. El casco 501 también incluye un revestimiento 507 de comodidad que se extiende contra una superficie de contacto interior del revestimiento 506 de absorción de choques. El revestimiento 507 de comodidad está separado de un estabilizador 512 de cabeza, que está conectado a un extremo 503b interior del amortiguador 503. Aunque la realización mostrada en la figura 11a muestra el elemento 511 elástico directamente en contacto con el revestimiento 507 de comodidad, el elemento 511 elástico también puede estar separado lateralmente del revestimiento 507 de comodidad y estar ubicado en un orificio 504b de perforación que es ligeramente mayor que la extensión lateral del elemento 511 elástico.

35 El orificio 504 que se extiende longitudinalmente se define por dos partes, una primera parte 504a y una segunda parte 504b, que pueden tener el mismo diámetro o diferentes, tal como se muestra en la figura 11a y 11b. En la figura 11a, la primera parte 504a se extiende hacia adentro desde el lado exterior de la carcasa 505 exterior dura hasta un punto 504c de transición ubicado en una superficie de contacto entre el revestimiento 506 de absorción de choques y el revestimiento 507 de comodidad. Una segunda parte 504b se extiende desde el punto 504c de transición a través del revestimiento de comodidad hasta un lado 507a interior del revestimiento 507 de comodidad. El punto 504c de transición es un punto en el que los diámetros de las dos partes 504a y 504b del orificio 504 varían. A ese respecto, la segunda parte 504b tiene un diámetro menor que el primer diámetro 504a.

El sistema 503 de amortiguación puede dividirse conceptualmente en secciones: 1) un disco 508 exterior, 2) un árbol 509, 3) un disco 510 interior, 4) un elemento 511 elástico, y 5) un estabilizador 512 de cabeza.

45 El disco 508 exterior está conectado (por ejemplo, adherido, fusionado, unido, etc.) a la carcasa 505 exterior del casco 501. Tal como se muestra en la figura 11a, un reborde o pestaña 508a puede extenderse desde alrededor del disco 508 exterior que engancha la superficie exterior de la carcasa 505 exterior. El disco 508 exterior está realizado de un material compresible, tal como caucho. El disco 508 exterior tiene un diámetro que es sustancialmente el mismo que el de la primera parte 504a del orificio 504 de amortiguación de manera que el disco 508 exterior está parcialmente integrado en el orificio 504 de amortiguación. El disco 508 exterior puede estar unido a la carcasa 505 exterior y/o al revestimiento 506 de espuma. El disco 508 exterior tiene un orificio 508b formado longitudinalmente en el centro del disco 508 exterior. El orificio 508b central recibe en el mismo y fija un extremo 509a superior del árbol 509. En al menos una realización, la totalidad del sistema 503 de amortiguación puede formarse como una pieza unitaria, en lugar de como un conjunto.

55 El árbol 509 se extiende hacia adentro desde el disco 508 exterior hasta un extremo 509b interior, que se recibe en y se fija a una abertura 510a central formada en el disco 510 interior. El árbol 509 puede ser un vástago rígido que puede estar realizado de caucho duro. El árbol 509 está separado de y no está en contacto con una superficie interior del orificio 504. En una posición neutra, sin deformar mostrada en la figura 11a, el disco 508 exterior, el árbol 509, y el disco 510 interior se extienden coaxialmente a lo largo del eje longitudinal A-A.

Un reborde o pestaña 510b puede extenderse desde alrededor del disco 510 interior y pueden enganchar una superficie interior del revestimiento 506 de espuma. El disco 510 interior puede estar realizado de un material compresible, tal como caucho. El disco 510 interior tiene un diámetro que es sustancialmente el mismo que el de

la primera parte 504a del orificio 504 de amortiguación de manera que el disco 510 exterior está en contacto con la superficie interior del orificio 504 de amortiguación. El disco 510 interior puede estar unido al revestimiento 506 de espuma.

5 El elemento 511 elástico se extiende a través de la segunda parte 504b del orificio 504 de amortiguación. El extremo 509b interior del vástago 509 puede estar conectado a un extremo 511a exterior del elemento 511 elástico. El elemento 511 elástico está configurado para comprimirse longitudinalmente y para pivotar con respecto al eje longitudinal A-A. El elemento 511 elástico puede estar formado a partir de al menos uno de caucho, poron®, armourgel, D30®, u otro material compresible adecuado. En al menos una realización, 508, 509, 510,
10 511 y 512 pueden formarse en conjunto como una pieza unitaria a partir de uno de PU, caucho, poron®, armourgel, D30®, u otro material compresible adecuado.

Un estabilizador 512 de cabeza está conectado con un extremo 511b interior del elemento 511 elástico. El estabilizador 512 de cabeza está separado de una superficie 507b interior del revestimiento 507 de comodidad.
15 Una superficie interior del estabilizador 512 de cabeza está configurada para entrar en contacto o de otro modo enganchar la cabeza 502 en o de manera próxima a una posición predeterminada en la cabeza 502. En una realización, el casco 501 puede incluir una pluralidad de amortiguadores 503 dispuestos en un patrón en el casco 501, tal como el patrón mostrado en la figura 7a.

20 La figura 11b ilustra la colocación del amortiguador 503 tras una etapa de activación de giro de un impacto oblicuo. Tal como se muestra en la figura 11b, un impacto oblicuo de desvío imparte un par de fuerza, indicado por la flecha hacia la derecha que mueve los elementos del casco 501, en lugar del vástago 509, hacia la derecha. El vástago 509 permanece en descanso y acoplado a la cabeza 502 por medio del estabilizador 512 de cabeza. Como resultado del movimiento relativo y el enganche del estabilizador 512 de cabeza con la cabeza
25 502, los discos 508 y 510 exterior e interior se comprimen lateralmente en el interior del orificio 504 mediante el vástago 509 rígido, mientras que el elemento 511 elástico experimenta al menos uno de doblado/flexión/cizalladura con respecto al eje longitudinal A-A. La energía absorbida por los discos 508 y 510 compresibles y el elemento 511 elástico reduce el par de fuerza transferido a la cabeza 502.

30 La figura 11c ilustra la colocación del amortiguador 503 tras una etapa de desactivación de giro de un impacto oblicuo. Durante la etapa de “desactivación de giro” el casco 501 se somete a deceleración angular (de rotación) y experimenta un par de fuerza, indicado por la flecha que apunta hacia la izquierda en la figura 11c. (es decir, en una dirección opuesta a la dirección durante la etapa de activación de giro). La carcasa 505 exterior, el revestimiento 506, y el revestimiento 507 de comodidad se mueven hacia la izquierda, mientras que el vástago
35 509 permanece en descanso y acoplado a la cabeza 502 por medio del estabilizador 512 de cabeza. Como resultado del movimiento relativo y enganche del estabilizador 512 de cabeza con la cabeza 502, los discos 508 y 510 exterior e interior se comprimen lateralmente en el interior del orificio 504 mediante el vástago 509 rígido, mientras que el elemento 511 elástico experimenta al menos uno de doblado/flexión/cizalladura con respecto al eje longitudinal A-A. Por tanto, durante la etapa de desactivación de giro, el vástago 509 se mueve hacia el lateral
40 del eje A-A de manera opuesta a cuando se produce la etapa de activación de giro. La energía absorbida por los discos 508 y 510 compresibles y el elemento 511 elástico reduce el par de fuerza transferido a la cabeza 502.

Tras la etapa de desactivación de giro, los discos 508 y 510 se expandirán elásticamente y el vástago 509 volverá a su posición neutra a lo largo del eje A-A, mostrado en la figura 11a, de manera que el vástago 509
45 habrá completado una oscilación completa alrededor del eje A-A tras experimentar un impacto oblicuo.

El vástago 509 puede comprimirse longitudinalmente en lugar de ser relativamente rígido, de modo que tanto el vástago 509 como el elemento 511 elástico puedan desviarse en la dirección longitudinal. El cambio a un material compresible del vástago 509 puede proporcionar una absorción de energía adicional mediante el sistema 503 de
50 amortiguación, tal como durante impactos longitudinales, por ejemplo. El elemento 511 elástico también debe proporcionar absorción de energía durante impactos longitudinales/de traslación.

La figura 12 ilustra otra realización de un casco 601 portado en la cabeza 602 de un portador. El casco 601 se construye, generalmente, de la misma manera que el casco 1 en las figuras 6a a 6d, pero se diferencia en el
55 amortiguador 603 que está montado en el casco 601. El amortiguador 603 comparte la misma construcción que el amortiguador 3 y los elementos similares aumentan en “600”. Sin embargo, el amortiguador 603 tiene mayores dimensiones que el amortiguador 3 de manera que puede usarse por sí mismo en el casco 601, en lugar de como uno de una pluralidad de amortiguadores dispuestos tal como se muestra en la figura 7a. Específicamente, un amortiguador 3 tan grande puede ubicarse en la parte superior del casco como alternativa al uso de una
60 pluralidad de elementos en un casco tal como se muestra en la figura 7a. El amortiguador 603 tiene un estabilizador 612 de cabeza, que está unido a una tira 615 de barbilla y almohadilla 616 de barbilla que pueden enrollarse alrededor de la barbilla del usuario para retener el casco 601 en la cabeza 602 y facilitar la colocación del amortiguador 603 con respecto a la cabeza 602. El estabilizador 612 de cabeza es relativamente mayor que el estabilizador 12 de cabeza del amortiguador 3 y puede formarse como una gorra. La gorra puede extenderse

5 hasta la parte superior de la frente (línea capilar) y por encima de las orejas. La tira 615 de barbilla puede ser elástica para facilitar la colocación de la almohadilla 616 de barbilla bajo la barbilla del usuario. Aunque la tira 615 de barbilla puede usarse para colocar el casco 601 con respecto a la cabeza 602, la tira 615 de barbilla puede ser una tira de barbilla secundaria a usada junto con una tira de barbilla principal, no se muestra, para fijar de manera más firme el casco 601 a la cabeza 602. Una tira de barbilla principal de este tipo puede adherirse a ambos lados (por ejemplo, bajo las orejas de la cabeza 602) de la superficie interior de la carcasa 601 exterior.

10 En el presente documento se han descrito e ilustrado diversas realizaciones de un sistema de amortiguación frente a impacto de péndulo. Aunque se han descrito realizaciones particulares de la invención, no se pretende que la invención se limite a las mismas, dado que se pretende que la invención sea tan amplia en alcance como la técnica lo permita y que la memoria descriptiva se tenga en consideración del mismo modo. Por tanto, aunque se han dado a conocer materiales y configuraciones particulares, se apreciará que también pueden usarse otros materiales y configuraciones. Por tanto, los expertos en la técnica apreciarán que podrían realizarse modificaciones adicionales a la invención proporcionada sin alejarse de su espíritu y alcance tal como se reivindica.

15

REIVINDICACIONES

1. Casco (1) comprendido por:
- 5 una carcasa (5) exterior dura;
- un revestimiento (6) compresible en contacto con una superficie interior de la carcasa (5) exterior dura;
- 10 un revestimiento (7) de comodidad en contacto con una superficie interior del revestimiento (6) compresible, en el que al menos un orificio (4) de amortiguación se define longitudinalmente a lo largo de un eje longitudinal A-A a través de la carcasa (5) exterior dura, el revestimiento (7) compresible, y el revestimiento de comodidad; y
- 15 caracterizado por al menos un amortiguador (3) de energía dispuesto en un orificio (4) de amortiguación correspondiente y que se extiende longitudinalmente desde la carcasa (5) exterior hasta el revestimiento (7) de comodidad, teniendo el amortiguador (3) una masa (10) de péndulo que puede desplazarse lateralmente dentro del orificio (4) de amortiguación.
2. Casco (1) según la reivindicación 1, en el que el amortiguador (3) incluye:
- 20 un elemento (8) de fijación exterior unido a la carcasa (5) exterior dura;
- un vástago (9) acoplado de manera flexible al elemento (8) de fijación exterior y que se extiende longitudinalmente hacia adentro hasta la masa (10) de péndulo a la que se acopla el vástago (9); y
- 25 un estabilizador (12) de cabeza acoplado de manera flexible a la masa (10) de péndulo y separado longitudinalmente y hacia adentro de la masa (10) de péndulo, en el que el estabilizador (12) de cabeza está configurado para enganchar una cabeza (2) de un portador del casco (1).
3. Casco (1) según la reivindicación 2, en el que el amortiguador (3) incluye, además:
- 30 un elemento (11) elástico que se extiende entre la masa (10) de péndulo y el estabilizador (12) de cabeza.
4. Casco (1) según la reivindicación 3, en el que:
- 35 el elemento (11) elástico puede comprimirse longitudinalmente, puede extenderse longitudinalmente, y es flexible alrededor del eje longitudinal A-A.
5. Casco (1) según la reivindicación 4, en el que:
- 40 cada uno del elemento (8) de fijación exterior, el vástago (9), la masa (10) de péndulo, el estabilizador (12) de cabeza, y el elemento (11) elástico tiene una rigidez respectiva, y en el que el elemento (8) de fijación exterior y el vástago (9) tienen una mayor rigidez que la masa (10) de péndulo, el elemento (11) elástico, y el estabilizador (12) de cabeza.
- 45 6. Casco (1) según la reivindicación 1, en el que:
- el amortiguador (3) está formado a partir de al menos uno de caucho, poliuretano, poron®, D30® y armourgel.
7. Casco (1) según la reivindicación 2, en el que:
- 50 el elemento (8) de fijación exterior define al menos un orificio de ventilación a su través para permitir el paso de aire a través del orificio (4) de amortiguación.
8. Casco (1) según la reivindicación 1, en el que:
- 55 la masa (10) de péndulo está configurada para moverse lateralmente en respuesta a un par de fuerza aplicado de manera externa a la carcasa (5) exterior.
9. Casco (1) según la reivindicación 4, en el que:
- 60 en respuesta a un par de fuerza aplicado de manera externa a la carcasa (5) exterior durante un impacto, el orificio (4) de amortiguación se desplaza lateralmente con respecto a la masa (10) de péndulo, y el vástago (9) y elemento (11) elástico se desvían formando un ángulo con respecto al eje longitudinal A-A.

10. Casco (1) según la reivindicación 9, en el que:

5 en respuesta al par de fuerza aplicado de manera externa a la carcasa (5) exterior, la masa (10) de péndulo se desplaza lateralmente con respecto al estabilizador (12) de cabeza enganchado con la cabeza (2) de un portador del casco (1).

11. Casco (1) según la reivindicación 4, en el que:

10 en respuesta al par de fuerza aplicado, la masa (10) de péndulo oscila lateralmente en el orificio de amortiguación para facilitar la disipación de energía del impacto.

12. Casco (1) según la reivindicación 9, en el que:

15 en respuesta al par de fuerza aplicado, la masa (10) de péndulo entra en contacto con una superficie interior del orificio (4) de amortiguación.

13. Casco (1) según la reivindicación 12, en el que:

20 la masa (10) de péndulo entra en contacto con el revestimiento (6) compresible.

14. Casco (1) según la reivindicación 9, en el que el desplazamiento angular del vástago (9) y el elemento (11) elástico disipa parcialmente la energía del impacto.

15. Casco (1) según la reivindicación 1, en el que:

25 en un estado de descanso la masa (10) de péndulo se separa lateralmente del orificio (4) de amortiguación.

16. Casco (1) según la reivindicación 2, que comprende, además:

30 una pluralidad de amortiguadores (103) dispuesto en orificios correspondientes de una pluralidad de orificios (4) de amortiguación; y

una pluralidad de tiras (17) flexible que conectan la pluralidad de amortiguadores en conjunto.

35 17. Casco (1) según la reivindicación 16, en el que:

cada extremo de cada tira (17) se conecta respectivamente a uno de los estabilizadores (12) de cabeza.

18. Casco (1) según la reivindicación 17, en el que:

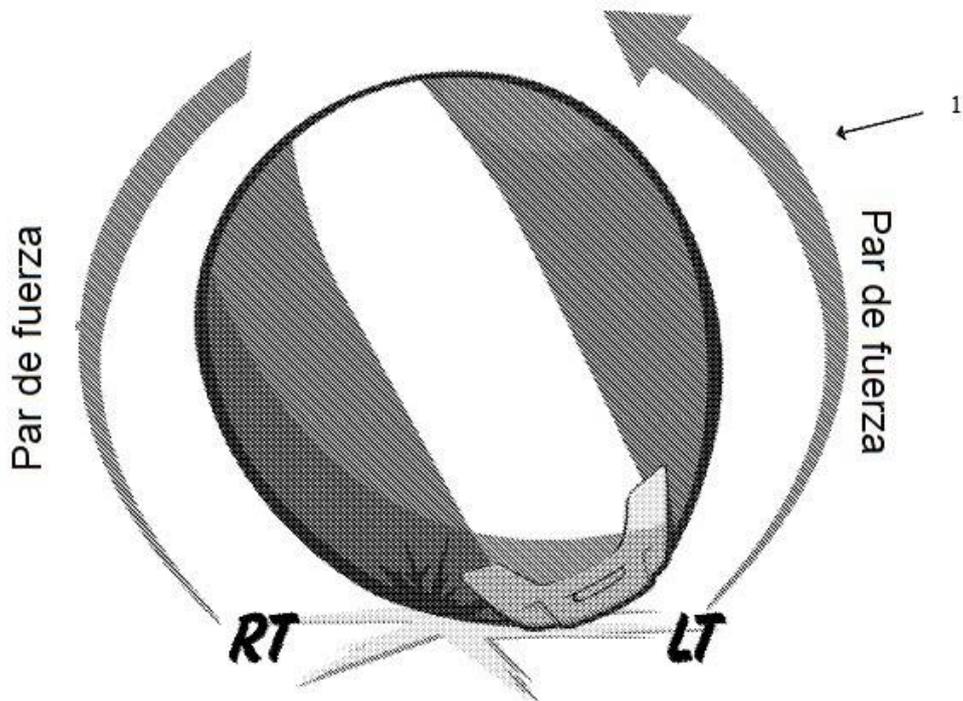
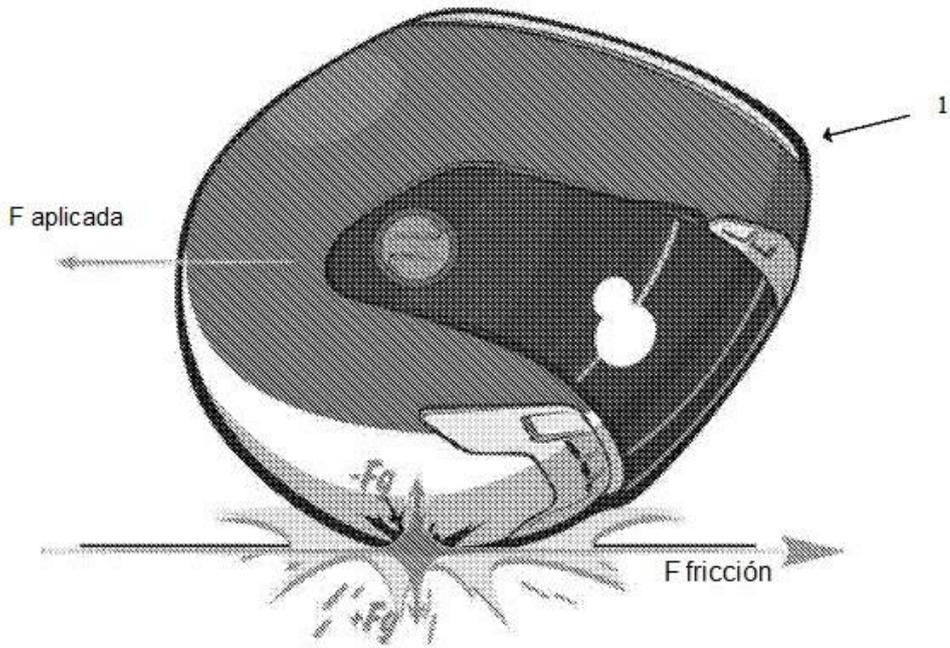
40 las tiras (17) no son elásticas.

19. Casco (1) según la reivindicación 16, en el que:

45 la pluralidad de amortiguadores (103) incluye al menos cinco amortiguadores (112a, 112b, 112c, 112d, 112e) dispuestos con un amortiguador (112a) colocado en una parte superior del casco (1) y cuatro amortiguadores (112b, 112c, 112d, 112e) dispuestos en un patrón cuadrado alrededor de la parte superior.

20. Casco (1) según la reivindicación 4, en el que:

50 el elemento (11) elástico es tubular



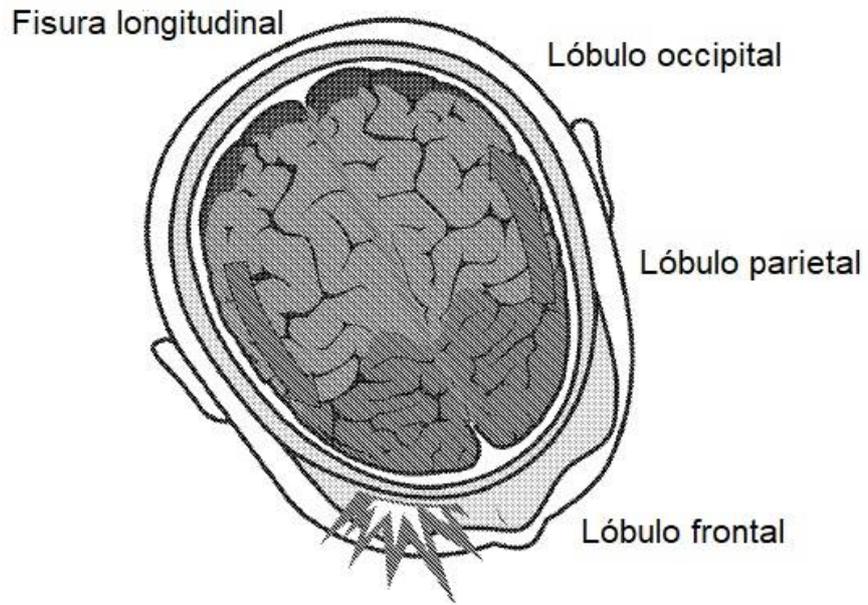


FIG. 3

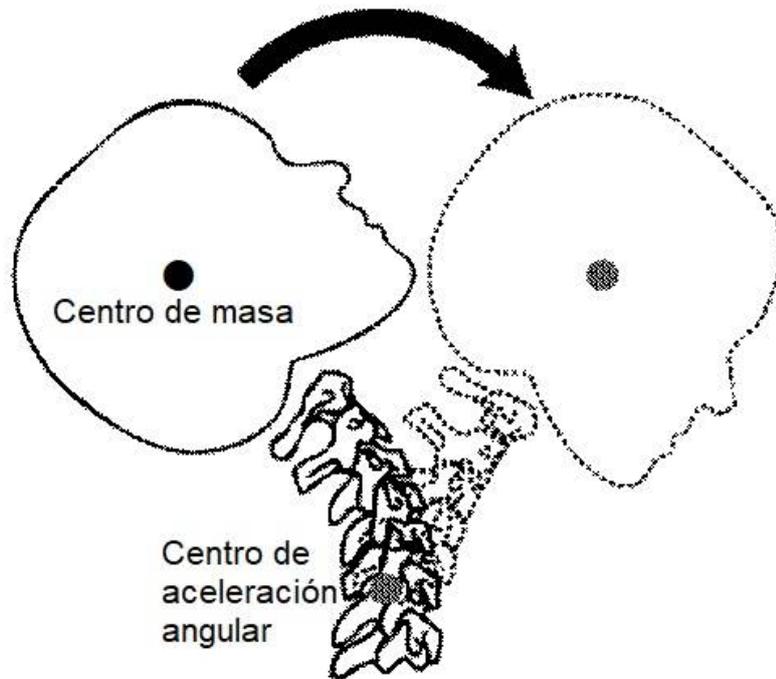


FIG. 4

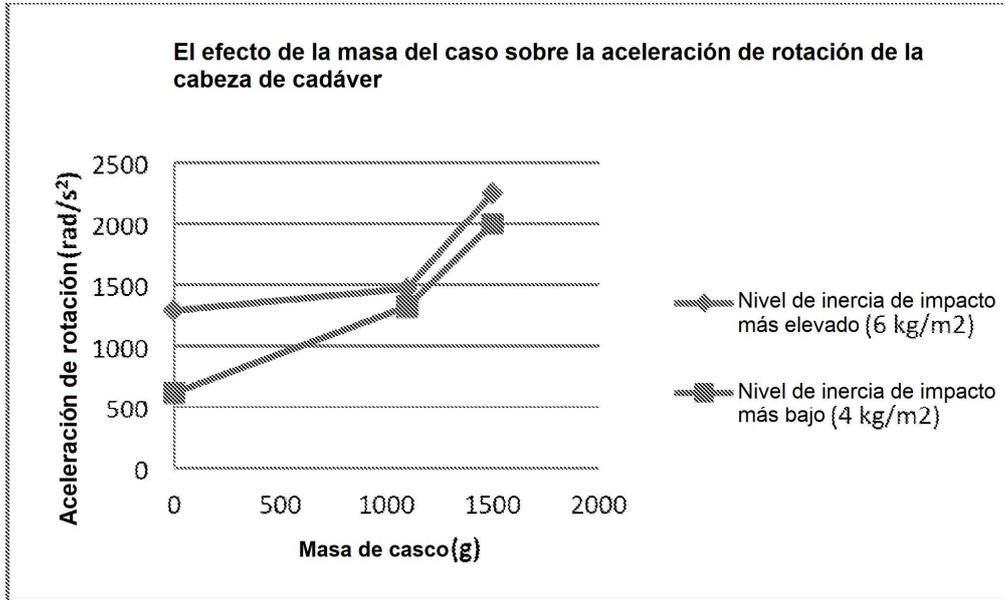


FIG. 5

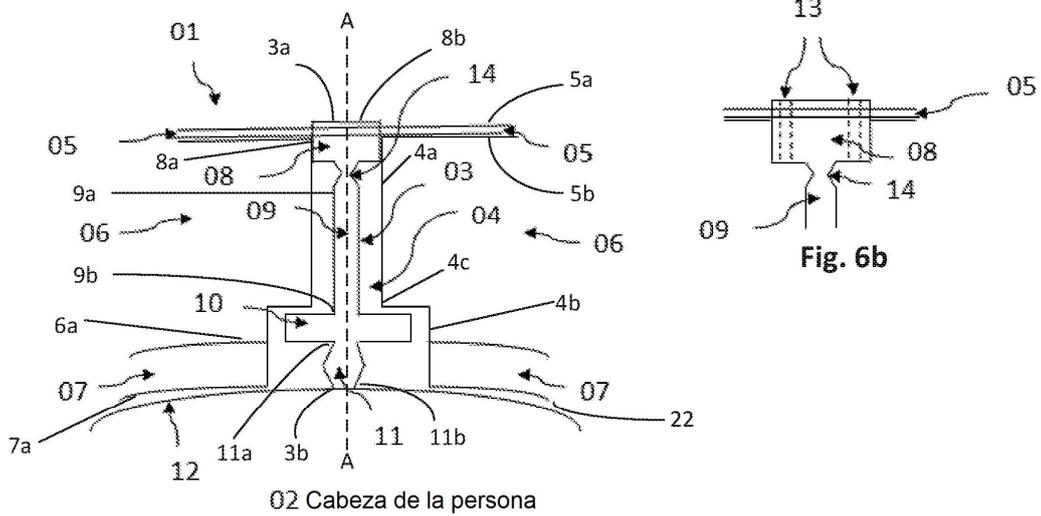
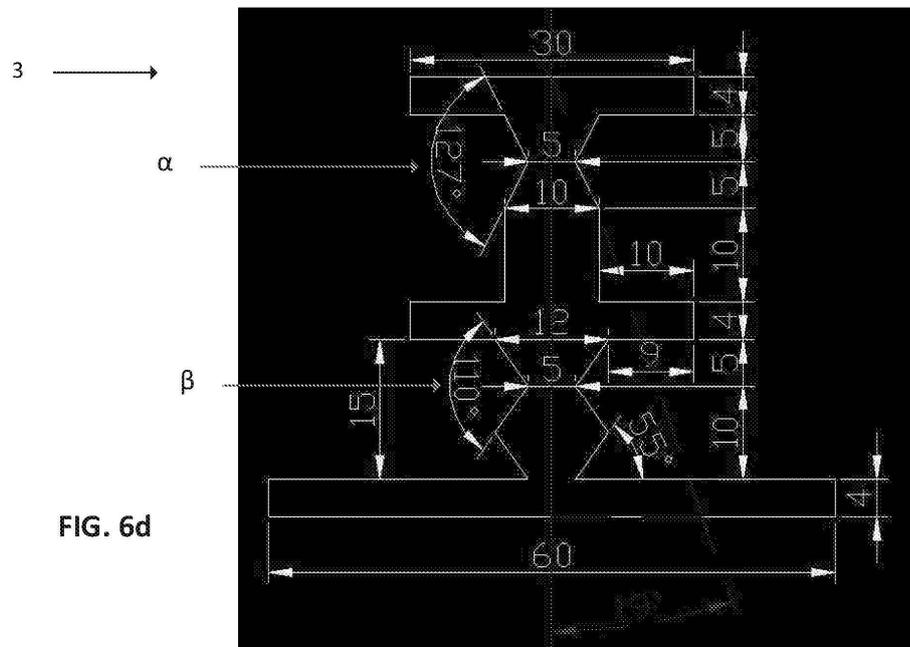
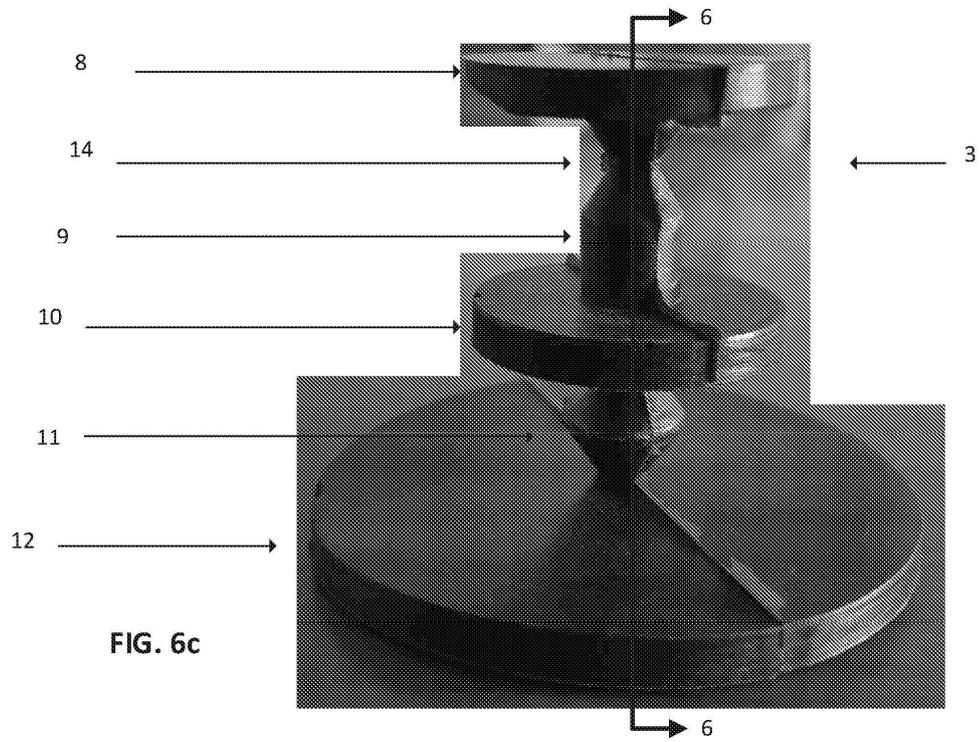
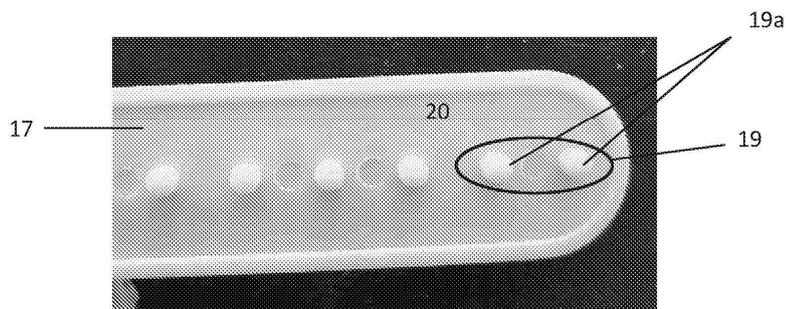
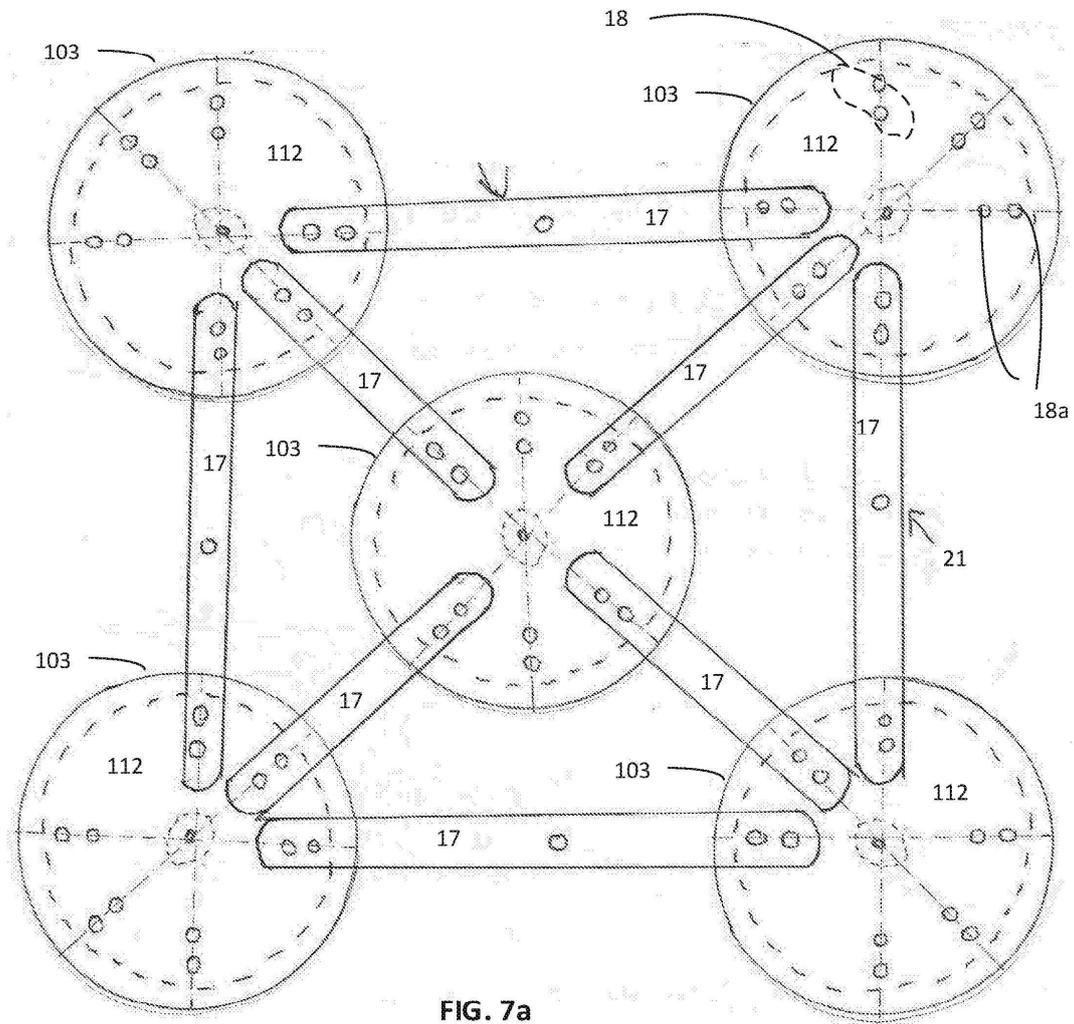


FIG. 6a





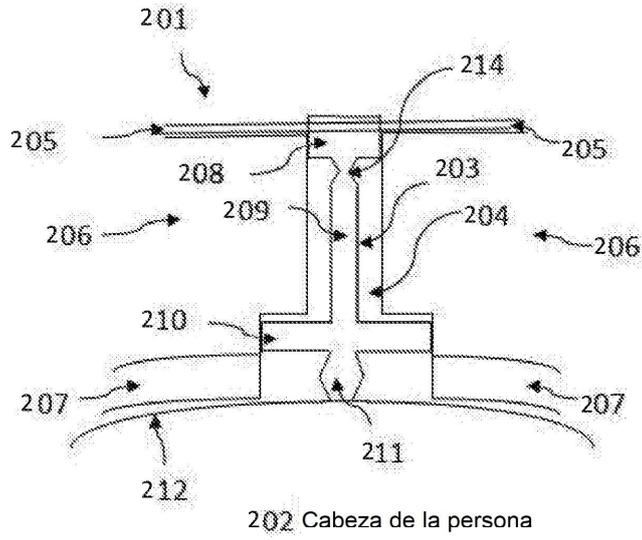


FIG. 10a

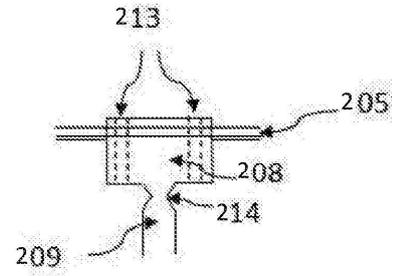
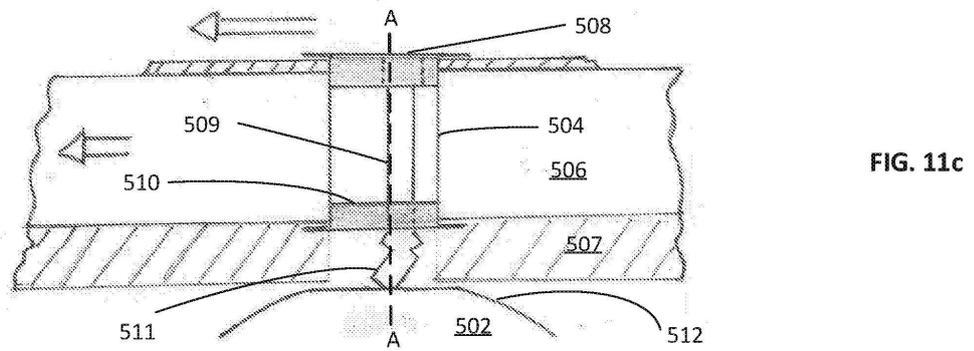
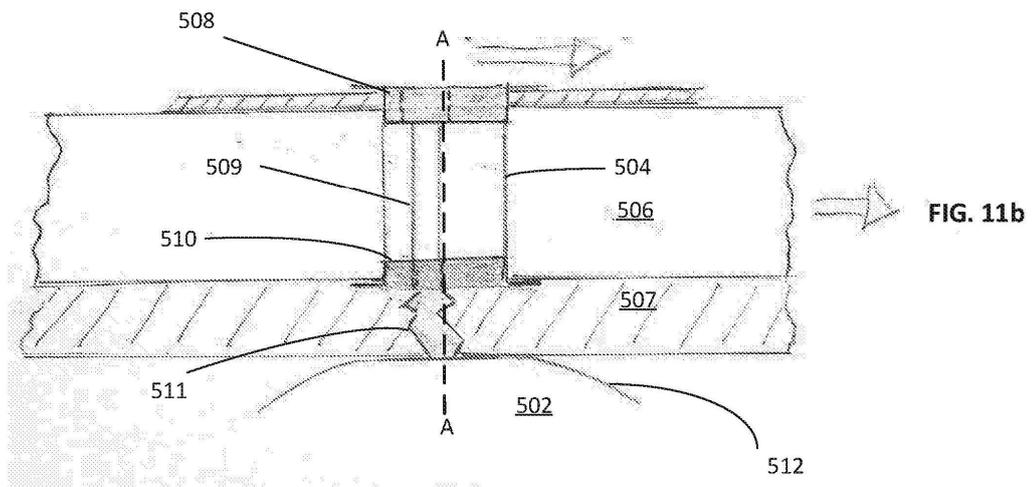
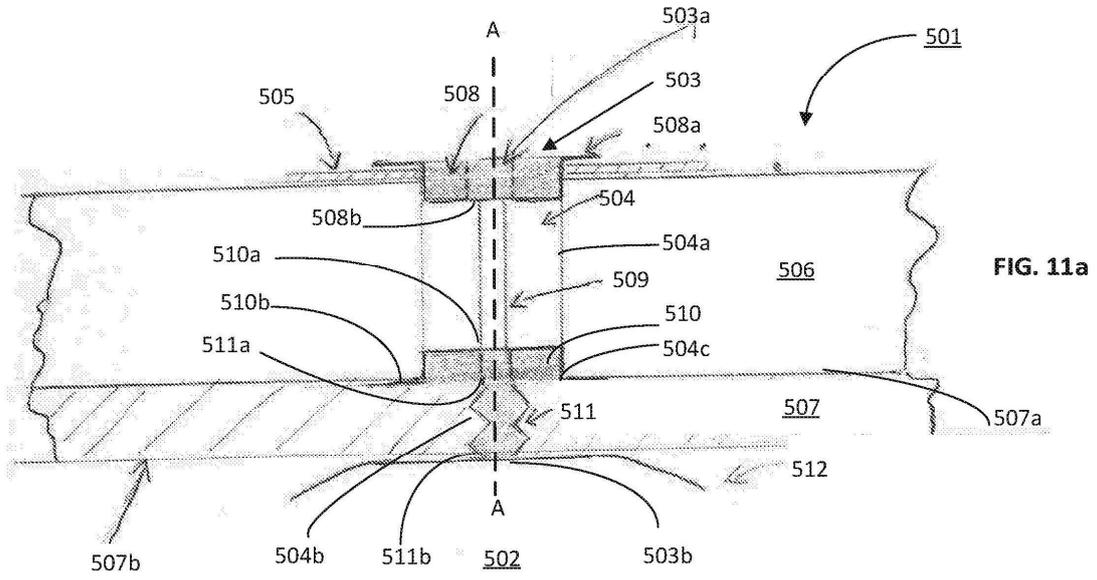


FIG. 10b



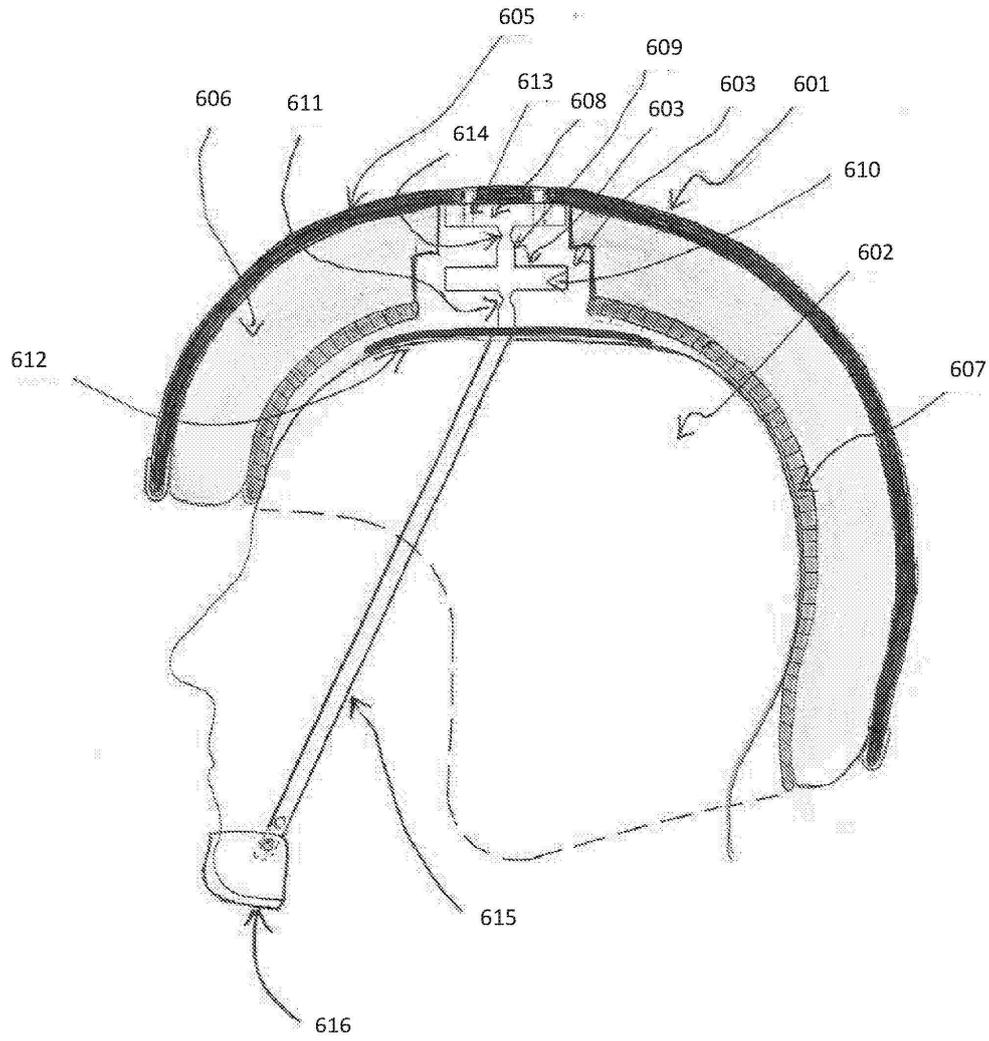


FIG. 12