

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 817**

51 Int. Cl.:

**B60R 19/34** (2006.01)

**F16F 7/12** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2019** **PCT/IB2019/057645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020** **WO20053779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2019** **E 19769246 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2023** **EP 3849849**

54 Título: **Dispositivo de absorción de energía, carrocería de vehículo a motor y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

**11.09.2018 WO PCT/IB2018/056925**

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

**07.07.2023**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)**  
**24-26 Boulevard d'Avranches**  
**1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**COLMONT, JEAN-LOUIS;**  
**DERCHU, THIERRY;**  
**ALBEAUX, SÉBASTIEN y**  
**DE TAILLAC, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

ES 2 945 817 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de absorción de energía, carrocería de vehículo a motor y procedimiento para su fabricación

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo de absorción de energía para un vehículo a motor que comprende un miembro longitudinal hueco que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal y una guía longitudinal que se extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal, dispuesto dentro del miembro longitudinal y adecuado para guiar la deformación del miembro longitudinal en caso de un impacto.

10 **[0002]** En un vehículo a motor, los dispositivos de absorción de energía, tales como cajas de choque o cunas, son componentes que tienen como objetivo disipar la energía en caso de un impacto contra el vehículo a motor, para evitar lesiones a los pasajeros y/o daños a los componentes del vehículo. Con este fin, estos dispositivos de absorción de energía están dispuestos para deformarse de acuerdo con una cinemática específica, cuando la fuerza aplicada sobre el dispositivo es mayor que un valor predeterminado, de manera que el material deformado disipa una parte de  
15 la energía del impacto, que, por lo tanto, no se transmite al compartimento del vehículo y a sus ocupantes.

**[0003]** También se obtiene una solución a este problema deformando los dispositivos de absorción de energía a lo largo de su eje principal de manera que el material de los dispositivos de absorción de energía forma pliegues mientras absorben la energía. Con esta solución, la deformación respeta los volúmenes asignados a cada componente  
20 y dicha cinemática de deformación aumenta la cantidad de energía disipada.

**[0004]** Además, las posibilidades de deformación de estos dispositivos de absorción de energía están limitadas por los otros equipos que los rodean, tales como el motor, la caja de engranajes, los radiadores o los alojamientos de las ruedas. Durante la deformación, los dispositivos de absorción de energía no deben chocar contra el equipo  
25 circundante. Por ejemplo, en caso de colisión entre estos dispositivos de absorción de energía y una rueda, existe el riesgo de pérdida del control del vehículo.

**[0005]** En muchos casos, el dispositivo de absorción de energía tiene una forma larga y estrecha, debido al espacio disponible limitado y debido al hecho de que está diseñado para unir dos piezas mecánicas que están ubicadas  
30 a una distancia dada entre sí. La forma del dispositivo de absorción de energía puede caracterizarse por su relación de esbeltez  $\lambda$ , como se define por  $A = L / \sqrt{I_{\min} / A}$ , donde:

L es la longitud del dispositivo de absorción de energía,  
I<sub>min</sub> es el segundo momento de inercia del dispositivo de absorción de energía,  
35 A es el área de sección transversal total del dispositivo de absorción de energía.

**[0006]** Cuando la relación de esbeltez X está por encima de 25, el dispositivo de absorción de energía es propenso a un fallo generalizado de la pieza al pandearse bajo la carga de compresión, lo que da como resultado baja energía absorbida y daños catastróficos a las partes circundantes del vehículo.  
40

**[0007]** Una primera solución para evitar el pandeo generalizado de la pieza es introducir alteraciones locales en el extremo delantero de la pieza, más cerca del punto donde se aplica la carga de compresión, tal como se describe en el documento FR2855805. El debilitamiento localizado de la pieza introducida por las alteraciones geométricas fuerza el pandeo localizado de la pieza en estas áreas, disipando así una parte de la energía de impacto y evitando el  
45 pandeo general de la pieza, siempre que la carga permanezca por debajo de un nivel máximo.

**[0008]** Con el fin de controlar mejor la deformación axial y evitar el desplazamiento de la pieza lejos de su eje original durante el impacto, una solución adicional consiste en disponer una guía dentro del dispositivo de absorción de energía, con el fin de guiar las deformaciones del dispositivo.  
50

**[0009]** El documento DE 19637244 describe dicha solución. Sin embargo, si la guía no está correctamente dispuesta en el dispositivo, entonces la absorción de energía no se optimiza. El documento US 2013/300139 A1 se considera como la técnica anterior más cercana al tema de la reivindicación 1, y describe: un dispositivo de absorción de energía (16) para un vehículo a motor que comprende un miembro longitudinal hueco (18) que se extiende a lo  
55 largo de un primer eje longitudinal y una guía longitudinal (24) que se extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal, dispuesto dentro del miembro longitudinal (16), y adecuado para guiar la deformación del miembro longitudinal (16) en caso de un impacto (Figuras 3 y 4), donde la relación de la longitud de la guía longitudinal (24), medida a lo largo del segundo eje longitudinal, a la longitud del miembro longitudinal (18), medida a lo largo del primer eje longitudinal, está comprendida entre 1/5 y 3/5 (véase la Figura 1 y [0035], "a aproximadamente la mitad de").  
60

**[0010]** Uno de los objetivos de la invención es proporcionar un dispositivo de absorción de energía para un vehículo a motor que tenga un diseño óptimo para permitir un buen guiado del dispositivo a lo largo de su eje principal durante la deformación y maximizar su absorción de energía en caso de impacto.

65 **[0011]** Según la invención, este objeto se consigue mediante un dispositivo de absorción de energía del tipo

anterior, donde la relación de la longitud de la guía longitudinal, medida a lo largo del segundo eje longitudinal, a la longitud del miembro longitudinal, medida a lo largo del primer eje longitudinal, está comprendida entre 1/5 y 3/5.

**[0012]** Tal diseño es particularmente deseable para tener una deformación máxima del miembro longitudinal y, por lo tanto, una absorción máxima de energía, en caso de impacto.

**[0013]** De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de absorción de energía (2) para un vehículo a motor que comprende un miembro longitudinal hueco (4) que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal (10) y una guía longitudinal (6) que se extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal (20), dispuesto dentro del miembro longitudinal (4), y adecuado para guiar la deformación del miembro longitudinal (4) en caso de un impacto, donde la relación de la longitud de la guía longitudinal, medida a lo largo del segundo eje longitudinal (20), a la longitud del miembro longitudinal, medida a lo largo del primer eje longitudinal (10), está comprendida entre 1/5 y 3/5; donde la guía longitudinal (6) tiene una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, y el miembro longitudinal (4) tiene debilidades estructurales (18), el miembro longitudinal (4) tiene una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, aparte de las debilidades estructurales (18); y donde la relación de la sección transversal constante del miembro longitudinal respecto a la sección transversal constante de la guía longitudinal está comprendida entre 2 y 9.

**[0014]** De acuerdo con realizaciones particulares, el dispositivo de absorción de energía incluye una, varias o todas las siguientes características, en todas las combinaciones técnicamente posibles:

- la sección transversal constante del miembro longitudinal está delimitada por un contorno exterior, definiendo el contorno exterior un punto del baricentro geométrico, estando incluido el punto del baricentro geométrico en la sección transversal constante de la guía longitudinal;
- las debilidades estructurales son porciones predeterminadas del miembro longitudinal que se debilitan, siendo al menos una debilidad estructural, por ejemplo, una línea de soldadura o un orificio pasante o una fila de orificios pasantes o una reducción local de la sección transversal, o un cambio en el espesor o un cambio en el material del miembro longitudinal;
- cada debilidad estructural se extiende en un plano perpendicular al primer eje longitudinal del miembro longitudinal;
- la guía longitudinal comprende una pared de guía que tiene un espesor comprendido entre 1 mm y 4,0 mm;
- el miembro longitudinal está cerrado en un extremo por una placa de cierre, estando la guía longitudinal unida a dicha placa de cierre dentro del miembro longitudinal;
- la guía longitudinal es integral con el miembro longitudinal;
- la guía longitudinal y el miembro longitudinal tienen secciones transversales rectangulares, poligonales o circulares;
- el miembro longitudinal comprende una pared del miembro que tiene una relación de esbeltez ( $\lambda$ ) por encima de 25, como se define por  $X = L / \sqrt{(I_{min} / A)}$  donde:

L es la longitud de la pared del miembro,  
 $I_{min}$  es el segundo momento de inercia de la pared del miembro,  
 A es el área de sección transversal total de la pared del miembro; y

- el miembro longitudinal es una caja de colisión o una prolongación de una cuna del vehículo.

**[0015]** La invención también se refiere a un vehículo a motor que comprende un dispositivo de absorción de energía como se describió anteriormente.

**[0016]** La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar un dispositivo de absorción de energía como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas de:

- fabricar un miembro longitudinal hueco,
- fabricar una guía longitudinal, estando la relación de la longitud de la guía longitudinal respecto a la longitud del miembro longitudinal comprendida entre 1/5 y 3/5,
- montar dicha guía longitudinal en dicho miembro longitudinal.

**[0017]** Según una realización particular del procedimiento, la etapa de montaje comprende las etapas de:

- soldar la guía longitudinal a una placa de cierre,
- soldar el miembro longitudinal a dicha placa de cierre, estando dispuesta la guía longitudinal dentro del miembro longitudinal.

**[0018]** Otros aspectos y ventajas de la invención se desprenderán después de leer la siguiente descripción, dada a modo de ejemplo y hecha en referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de absorción de energía según una realización de la invención;
- La Figura 2 es una vista en sección, tomada a lo largo del plano II-II de la Figura 1;

- La Figura 3 es una vista en sección parcial de un dispositivo de absorción de energía deformado, y
- La Figura 4 es una vista ampliada del área IV de la Figura 3.

**[0019]** Una realización de un dispositivo de absorción de energía 2 según la invención se representa en las Figuras 1 y 2.

**[0020]** El dispositivo de absorción de energía 2 es, por ejemplo, una caja de colisión o una extensión de una cuna de un vehículo a motor (no representado). En caso de un impacto, el dispositivo de absorción de energía 2 se deforma para disipar la energía del impacto de manera que esta energía no se transmita al resto del vehículo.

**[0021]** Por ejemplo, dos dispositivos de absorción de energía 2 están integrados en un vehículo a motor, como dispositivos de absorción de energía delanteros en la parte delantera del vehículo. Los dispositivos de absorción de energía 2 se conectan a continuación, por ejemplo, a una viga del parachoques (no representada) que se extiende transversalmente entre los dispositivos de absorción de energía. Cabe señalar que los dispositivos de absorción de energía también se pueden integrar en la parte trasera del vehículo.

**[0022]** El dispositivo de absorción de energía 2 comprende un miembro longitudinal hueco 4, una guía longitudinal 6 y una placa de cierre 8.

**[0023]** El miembro longitudinal 4 está dispuesto para deformarse durante un impacto y, por lo tanto, absorber la energía del impacto plegándose sobre sí mismo como se describirá posteriormente.

**[0024]** El miembro longitudinal 4 se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal 10 desde un primer extremo 12 hasta un segundo extremo 14 y comprende una pared del miembro 16.

**[0025]** Por ejemplo, el miembro longitudinal 4 es rectilíneo, es decir, el primer eje longitudinal 10 es rectilíneo. Alternativamente, el miembro longitudinal 4 puede doblarse para adaptarse a su ubicación en un vehículo a motor y a las partes que rodean el miembro longitudinal 4 en dicha ubicación.

**[0026]** La pared del miembro 16 está, por ejemplo, hecha de acero, especialmente un acero de tipo HX340LAD.

**[0027]** La pared del miembro 16 tiene, por ejemplo, un espesor superior a 1 mm, preferiblemente superior a 1,5 mm.

**[0028]** La pared del miembro 16, por ejemplo, tiene una relación de esbeltez  $\lambda$  por encima de 25, como se define por

$$\lambda = L / \sqrt{I_{\min} / A}$$

donde:

L es la longitud de la pared del miembro 16

$I_{\min}$  es el segundo momento de inercia de la pared del miembro 16,

A es la sección transversal máxima de una superficie externa de la pared del miembro 16.

**[0029]** El miembro longitudinal 4 tiene, por ejemplo, una sección transversal rectangular. El primer eje longitudinal 10 se extiende a lo largo de una dirección longitudinal.

**[0030]** En un vehículo montado, la dirección longitudinal corresponde, por ejemplo, a la dirección parte delantera-parte trasera del vehículo.

**[0031]** El miembro longitudinal 4 está cerrado en el primer extremo 12, por la placa de cierre 8. En caso de un impacto, el impacto se aplica sobre el primer extremo 12 del miembro longitudinal 4 a través de la placa de cierre 8. La placa de cierre 8 también puede servir como una placa de fijación para la viga del parachoques.

**[0032]** El miembro longitudinal 4 tiene preferiblemente debilidades estructurales 18, preferiblemente ubicadas en la proximidad del primer extremo 12, para controlar la cinemática y el inicio de la deformación del miembro longitudinal 4.

**[0033]** En particular, las debilidades estructurales 18 son porciones predeterminadas del miembro longitudinal 4 que se debilitan, lo que significa que la resistencia mecánica del miembro longitudinal 4 se reduce en estas porciones en comparación con el miembro longitudinal 4 fuera de estas porciones.

**[0034]** Por lo tanto, las debilidades estructurales 18 son porciones del miembro longitudinal 4 diseñadas para

doblarse más fácilmente que el resto del miembro longitudinal 4.

**[0035]** Las debilidades estructurales 18 están diseñadas de modo que, en caso de una colisión, el miembro longitudinal 4 se deforma inicialmente en la ubicación de estas debilidades estructurales 18.

**[0036]** Cada debilidad estructural 18 se extiende respectivamente a lo largo de al menos una porción del miembro longitudinal 4.

**[0037]** En el caso de una sección rectangular del miembro longitudinal 4, las debilidades estructurales 18 están distribuidas en al menos un lado de la sección rectangular del miembro longitudinal 4. En el ejemplo ilustrado en la Figura 1, las debilidades estructurales 18 están situadas en dos lados opuestos del miembro longitudinal 4.

**[0038]** Cada debilidad estructural 18 se extiende preferiblemente sobre todo el ancho de un lado del miembro longitudinal 4.

**[0039]** Además, cada debilidad estructural 18 se extiende en un plano perpendicular al primer eje longitudinal del miembro longitudinal 4.

**[0040]** En las Figuras 1 y 2, las debilidades estructurales 18 tienen la forma de reducciones locales de la sección transversal del miembro longitudinal 4.

**[0041]** En particular, en las Figuras 1 y 2, cada debilidad estructural 18 es un pliegue que tiene en este ejemplo un arco de forma circular.

**[0042]** Por ejemplo, las debilidades estructurales 18 de al menos un lado del miembro longitudinal 4 están distribuidas regularmente a lo largo de su longitud. Más precisamente, cada debilidad estructural 18 define un punto más cercano a la guía longitudinal 6, siendo constante la distancia entre los puntos más cercanos de dos debilidades estructurales 18 sucesivas a lo largo de la longitud del miembro longitudinal 4.

**[0043]** La guía longitudinal 6 está dispuesta dentro del miembro longitudinal 4 y se extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal 20.

**[0044]** El segundo eje longitudinal 20 es, por ejemplo, paralelo al primer eje longitudinal 10. Alternativamente, el segundo eje longitudinal 20 y el primer eje longitudinal 10 definen entre sí un ángulo mayor de 5°. De acuerdo con una realización particular, el segundo eje longitudinal 20 es paralelo al primer eje longitudinal en una primera región del miembro longitudinal y está inclinado con respecto al primer eje longitudinal en una segunda región del miembro longitudinal.

**[0045]** La guía longitudinal 6 está dispuesta para guiar la deformación del miembro longitudinal 4 a lo largo del segundo eje longitudinal 20 en caso de un impacto.

**[0046]** Por guiado, se entiende que la deformación del miembro longitudinal 4 se produce a lo largo del primer eje longitudinal 10 y el miembro longitudinal 4 no se dobla sustancialmente a lo largo de otro eje gracias al guiado de la guía longitudinal 6.

**[0047]** La guía longitudinal 6 comprende una pared guía 22.

**[0048]** Preferiblemente, la pared de guía 22 tiene un espesor comprendido entre 1,0 mm y 4,0 mm.

**[0049]** En caso de un impacto y con el fin de obtener una absorción de energía optimizada, el miembro longitudinal 4 se aplasta a lo largo de su eje 10 de tal manera que el material del miembro longitudinal 4 forma pliegues mientras absorbe energía. La absorción de energía ocurre con la formación de pliegues. A medida que aumenta el número de pliegues y/o a medida que aumenta la amplitud de los pliegues, aumenta la absorción de energía, definiéndose la amplitud de un pliegue como la distancia, en un plano sustancialmente perpendicular al primer eje longitudinal 10, entre una parte superior y una parte inferior del pliegue, siendo la parte superior la región más alejada del pliegue desde el primer eje longitudinal 10 y siendo la parte inferior la región más cercana del pliegue al primer eje longitudinal 10. En ausencia de la guía longitudinal 6, habrán dos reacciones competitivas del miembro longitudinal 4 a la fuerza de compresión resultante de un impacto: la primera reacción es absorber localmente parte de la energía del impacto gracias a la formación de pliegues en las áreas que comprenden debilidades estructurales 18, la segunda reacción es que el miembro longitudinal 4 se deforme mediante la flexión generalizada del miembro longitudinal 4 alrededor de un eje ubicado en un plano generalmente perpendicular a la fuerza de compresión. Como se explicó anteriormente, la segunda reacción no es deseable porque el miembro longitudinal 4 absorberá mucha menos energía por flexión generalizada que por la formación de pliegues. Además, la flexión generalizada del miembro longitudinal 4 puede resultar en la colisión del miembro longitudinal 4 con otros elementos del vehículo. La presencia de la guía longitudinal 6, al forzar la deformación del miembro longitudinal 4 para que permanezca comprendido entre el primer

eje longitudinal 10 y el segundo eje longitudinal 20, evita la flexión generalizada del miembro longitudinal 4 y, por lo tanto, promueve la absorción de energía a través de la formación de pliegues en las áreas del miembro longitudinal 4 que comprenden debilidades estructurales 18.

5 **[0050]** Para este fin, el miembro longitudinal 4 y la guía longitudinal 6 están dispuestos de tal manera que, en caso de un impacto, la pared del miembro 16 del miembro longitudinal 4 se deforma en una forma de onda 24, siendo cada onda un pliegue.

10 **[0051]** La guía longitudinal 6 puede tener una sección transversal poligonal, por ejemplo rectangular o cuadrada, o circular.

**[0052]** La guía longitudinal 6 puede ser hueca o alternativamente un volumen completamente lleno, sin vacío en el interior.

15 **[0053]** La guía longitudinal 6 está, por ejemplo, hecha del mismo material que el miembro longitudinal 4.

**[0054]** Por ejemplo, la guía longitudinal 6 está hecha de acero, en particular un acero de tipo HX340LAD.

20 **[0055]** La guía longitudinal 6 está unida a la placa de cierre 8 dentro del miembro longitudinal 4. En una realización, el miembro longitudinal 4 y la guía longitudinal 6 están soldados a la placa de cierre 8. Esta realización se representa en las Figuras 1 a 4. En otra realización, la guía longitudinal 6 y la placa de cierre 8 son integrales con el miembro longitudinal 4.

25 **[0056]** La relación de la longitud de guía longitudinal, medida a lo largo del segundo eje longitudinal 20, a la longitud del miembro longitudinal, medida a lo largo del primer eje longitudinal 10, está comprendida entre 1/5 y 3/5.

**[0057]** Estos valores límite superior e inferior particulares definen un diseño óptimo del dispositivo de absorción de energía 2 en términos de cantidad de energía absorbida.

30 **[0058]** De hecho, la guía longitudinal 6 debe ser lo suficientemente larga para guiar completamente la deformación del miembro longitudinal 4, permitiendo así una disipación máxima de energía. La guía longitudinal 6 reduce la deformación del miembro longitudinal 4 fuera del primer eje longitudinal 10. Si la guía longitudinal 6 no es lo suficientemente larga, el miembro longitudinal 4 se dobla fuera del primer eje longitudinal 10, al comienzo del choque. Esta flexión evita que el miembro longitudinal 4 se deforme en forma de onda, y el miembro longitudinal 4 no disipa la  
35 energía de una manera optimizada.

**[0059]** Además, la guía longitudinal 6 no debe ser demasiado larga o, durante un impacto, contactará con el segundo extremo 14 del miembro longitudinal 4, y no se permitirá que se deforme completamente, transmitiendo así energía al resto del vehículo.

40 **[0060]** Aparte de las debilidades estructurales 18, el miembro longitudinal 4 y la guía longitudinal 6 tienen secciones transversales constantes a lo largo de toda su longitud. La relación de la sección transversal del miembro longitudinal con respecto a la sección transversal de la guía longitudinal está comprendida a continuación entre 2 y 9. Por "sección transversal", se entiende la sección transversal de una superficie exterior del miembro longitudinal 4 o de  
45 la guía longitudinal 6.

**[0061]** Estos valores límites superior e inferior particulares definen un diseño óptimo complementario del dispositivo de absorción de energía 2 en términos de cantidad de energía absorbida. De hecho, si la relación de las secciones transversales es inferior a 2, la distancia entre el miembro longitudinal 4 y la guía longitudinal 6 puede ser demasiado pequeña para permitir una formación completa de la onda 24 de la pared del miembro 16 en caso de colisión. Además, si la relación de las secciones transversales está por encima de 9, la distancia entre el miembro longitudinal 4 y la guía longitudinal 6 puede ser demasiado grande para garantizar que, en caso de un impacto, la forma de onda 24 de la pared del miembro deformado 16 tenga valles de onda 26, o fondos de onda, que se apoyen contra la pared guía 22 de la guía longitudinal 6. Esta forma de onda 24 se muestra en las Figuras 3 y 4. El contacto  
50 entre los valles de onda 26 y la pared guía 22 fuerza una flexión adicional de la pared lateral 24, aumentando así la cantidad de energía absorbida.

**[0062]** Además, la sección transversal constante del miembro longitudinal está delimitada por un contorno exterior, definiendo el contorno exterior un punto del baricentro geométrico, estando incluido preferiblemente el punto  
60 del baricentro geométrico en la sección transversal constante de la guía longitudinal.

**[0063]** Por ejemplo, el punto del baricentro geométrico de una sección transversal rectangular es la intersección de las diagonales. Además, el punto del baricentro geométrico de una sección transversal circular es el centro de la sección transversal.

65

**[0064]** Esta característica optimiza aún más la cantidad de energía que puede ser absorbida por el dispositivo de absorción de energía 2. De hecho, esta característica garantiza que un desplazamiento entre el primer eje longitudinal 10 y el segundo eje longitudinal 20 no sea demasiado importante para que los valles de onda 26 entren en contacto con la pared guía 22 durante la deformación del miembro longitudinal 4 debido a una colisión.

**[0065]** Ventajosamente, como se ilustra en el ejemplo de las Figuras 1 y 2, la guía longitudinal 6 está centrada con respecto a una sección transversal del miembro longitudinal 4, coincidiendo así el primer eje longitudinal 10 con el segundo eje longitudinal 20. Centrar la guía longitudinal 6 permite una optimización en términos de absorción de energía en caso de una colisión.

**[0066]** Un procedimiento para fabricar el dispositivo de absorción de energía descrito anteriormente se explicará ahora. Este procedimiento comprende las etapas siguientes:

- fabricar un miembro longitudinal hueco (4), teniendo el miembro longitudinal (4) debilidades estructurales (18), teniendo el miembro longitudinal (4) una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud aparte de las debilidades estructurales (18) - fabricar una guía longitudinal (6), teniendo la guía longitudinal (6) una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, estando comprendida la relación de la longitud de la guía longitudinal con respecto a la longitud del miembro longitudinal entre 1/5 y 3/5, y estando comprendida la relación de la sección transversal constante del miembro longitudinal con respecto a la sección transversal constante de la guía longitudinal entre 2 y 9
- montar entre sí dicha guía longitudinal (6) en dicho miembro longitudinal (4).

**[0067]** Si bien la invención se ha descrito en detalle en relación con solo un número limitado de realizaciones, debe entenderse fácilmente que la invención no se limita a tales realizaciones descritas.

**[0068]** Alternativamente, la guía longitudinal 6 y/o el miembro longitudinal 4 tienen secciones transversales poligonales o circulares constantes.

**[0069]** Alternativamente, al menos una o cada debilidad estructural 18 es, por ejemplo, una línea de soldadura o un orificio pasante o una fila de orificios pasantes, o es un cambio en la sección transversal, en el espesor o en el material del miembro longitudinal 4.

**[0070]** Alternativamente, las debilidades estructurales 18 de al menos un lado del miembro longitudinal 4 no están distribuidas regularmente a lo largo de su longitud.

**[0071]** Como alternativa, el segundo eje longitudinal 20 está desplazado con respecto al primer eje longitudinal 10, estando incluido el punto del baricentro geométrico de la sección transversal constante del miembro longitudinal en la sección transversal constante de la guía longitudinal.

**[0072]** Un primer ejemplo de varios dispositivos de absorción de energía que ilustran la invención se detallará ahora con referencia a la siguiente Tabla 1.

**[0073]** En todos los ejemplos de la tabla 1, el miembro longitudinal 4 tiene las mismas características. El miembro longitudinal 4 tiene una longitud de 500 mm, dimensiones exteriores de 47,4 mm por 39,7 mm, un espesor de pared de 1,8 mm y está hecho de acero de tipo HX340LAD. El miembro longitudinal 4 tiene debilidades estructurales en las proximidades de su primer extremo 12.

**[0074]** La guía longitudinal 6 tiene una sección transversal cuadrada de 20 mm\*20 mm y está hecha del mismo material de acero HX340LAD que el miembro longitudinal 4.

**[0075]** La guía longitudinal 6 tiene un espesor de 2 mm.

**[0076]** Se han elegido diferentes longitudes de la guía longitudinal 6 con el fin de ilustrar las ventajas de la presente invención.

**[0077]** Los resultados de las simulaciones numéricas de la energía absorbida durante el impacto de las diferentes configuraciones del dispositivo de absorción de energía se han comparado con dos casos de referencia, R1 que corresponde al miembro longitudinal 4 sin ninguna guía longitudinal 6, y R2 que corresponde al miembro longitudinal 4 con una guía longitudinal 6 que mide 450 mm de largo, es decir, una relación de la guía longitudinal 6 al miembro longitudinal 4 de 4,5/5, que está fuera del intervalo de relación de longitud máxima como se definió anteriormente. Los resultados se resumen en la Tabla 1.

**[0078]** Como se puede observar en R2, cuando se usa una guía longitudinal 6 de 450 mm, con una relación de longitud con respecto al miembro longitudinal 4 por encima de 3/5, la energía absorbida disminuye significativamente en comparación con el caso de referencia sin el tubo guía R1. Esto se debe al hecho de que el tubo guía 6 entra en

contacto con la placa de cierre posterior 14 durante el impacto antes de la absorción total de la energía por el miembro longitudinal 4.

- [0079]** En todos los casos dentro del intervalo especificado de la invención, la presencia de la guía longitudinal 5 6 aumenta la energía absorbida entre un 13 % y un 14 %.

Tabla 1: ejemplos de diferentes longitudes de guía longitudinal

| Ensayo | Longitud de la guía (mm) | Longitud de la guía/ longitud del miembro | Energía absorbida (en kJ) | Energía adicional absorbida en comparación con la referencia "sin guía" |
|--------|--------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| R1     | sin guía longitudinal    |                                           | 4 854                     | referencia                                                              |
| R2     | 450                      | 4,5/5                                     | 2 987                     | -38 %                                                                   |
| I1     | 100                      | 1/5                                       | 5 461                     | + 13 %                                                                  |
| I2     | 200                      | 2/5                                       | 5 519                     | + 14 %                                                                  |
| I3     | 300                      | 3/5                                       | 5 477                     | +13 %                                                                   |

- 10 **[0080]** Un segundo ejemplo de varios dispositivos de absorción de energía que ilustran la invención se detallará ahora con referencia a la siguiente Tabla 2.

**[0081]** En todos los ejemplos de la Tabla 2, el miembro longitudinal 4 es similar al del primer ejemplo de la Tabla 1, concretamente I1.

15

**[0082]** La guía longitudinal 6 tiene una sección transversal rectangular y está hecha del mismo material de acero HX340LAD que el miembro longitudinal 4.

- 20 **[0083]** La guía longitudinal 6 tiene un espesor de 2 mm y una longitud de 200 mm, de modo que la relación longitud de la guía/ longitud del miembro es de 2/5.

**[0084]** Se han elegido diferentes secciones transversales de la guía longitudinal 6 con el fin de ilustrar las ventajas de una realización particular de la presente invención.

- 25 **[0085]** En todos los casos dentro del intervalo especificado de secciones transversales de la invención, la energía absorbida aumenta entre el 6 % y el 38 % en comparación con la referencia.

Tabla 2: ejemplos de diferentes secciones transversales de la guía longitudinal

| Ensayo | Sección transversal de la guía (mm x mm) | Sección transversal del miembro/ sección transversal de la guía | Energía absorbida (en kJ) | Energía adicional absorbida en comparación con la referencia "sin guía" |
|--------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| R1     | sin guía longitudinal                    |                                                                 | 4 854                     | referencia                                                              |
| I2     | 20x20                                    | 4,7                                                             | 5 519                     | +14 %                                                                   |
| I4     | 25x25                                    | 3                                                               | 6 136                     | +26 %                                                                   |
| I5     | 15x15                                    | 8,4                                                             | 6 684                     | +38 %                                                                   |
| I6     | 30x25                                    | 2,5                                                             | 5 128                     | +6 %                                                                    |

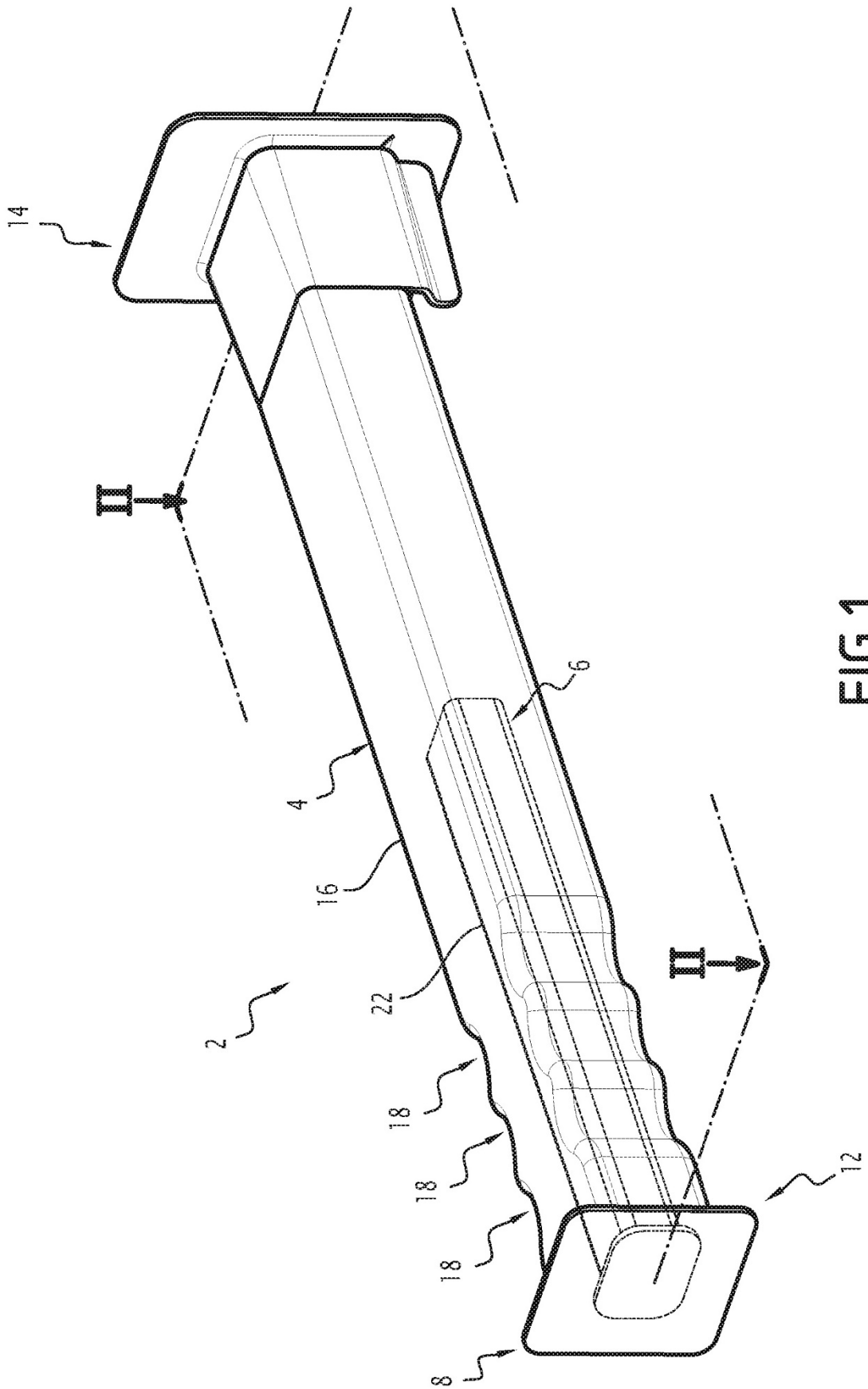
30

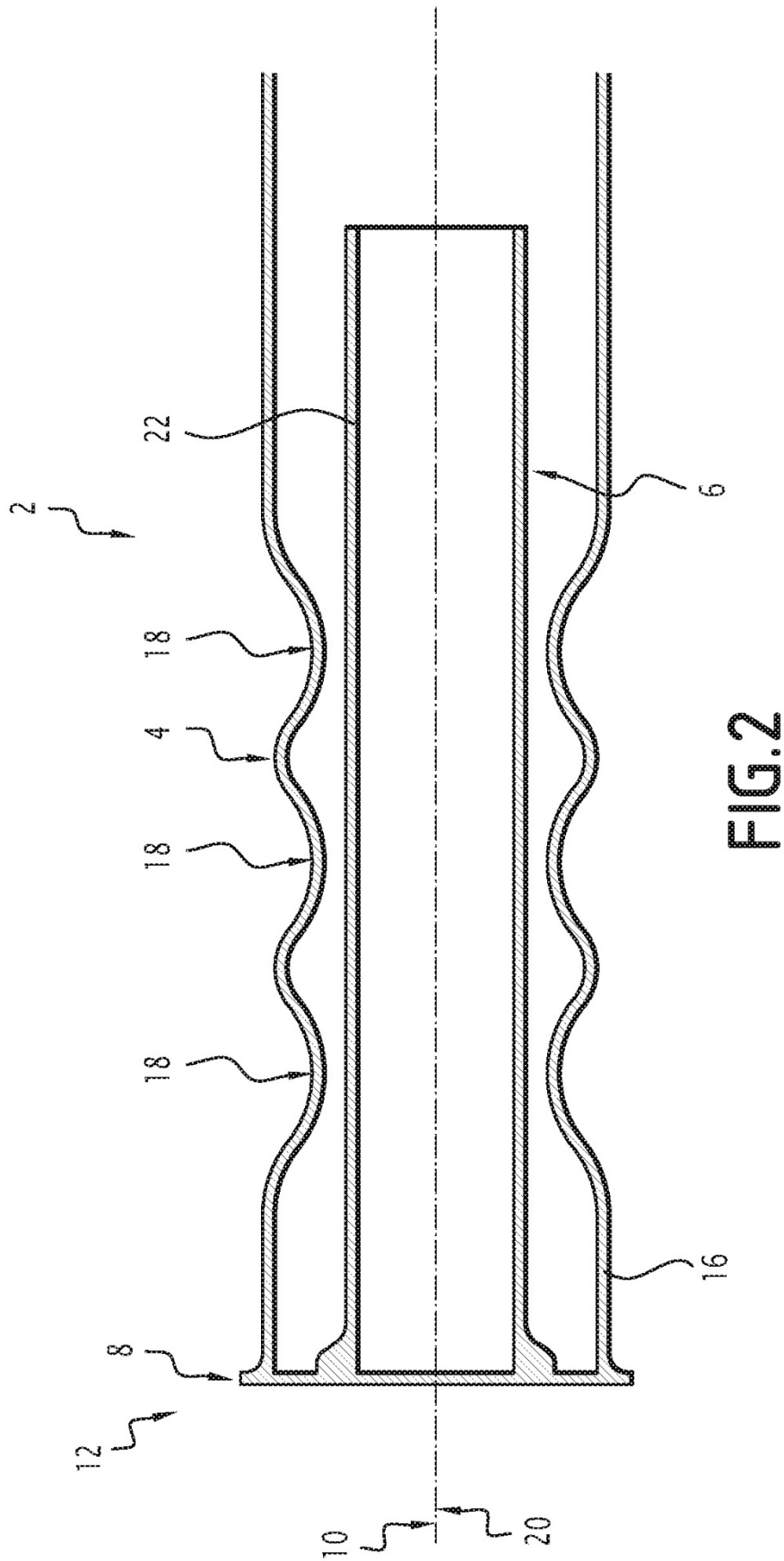
# REIVINDICACIONES

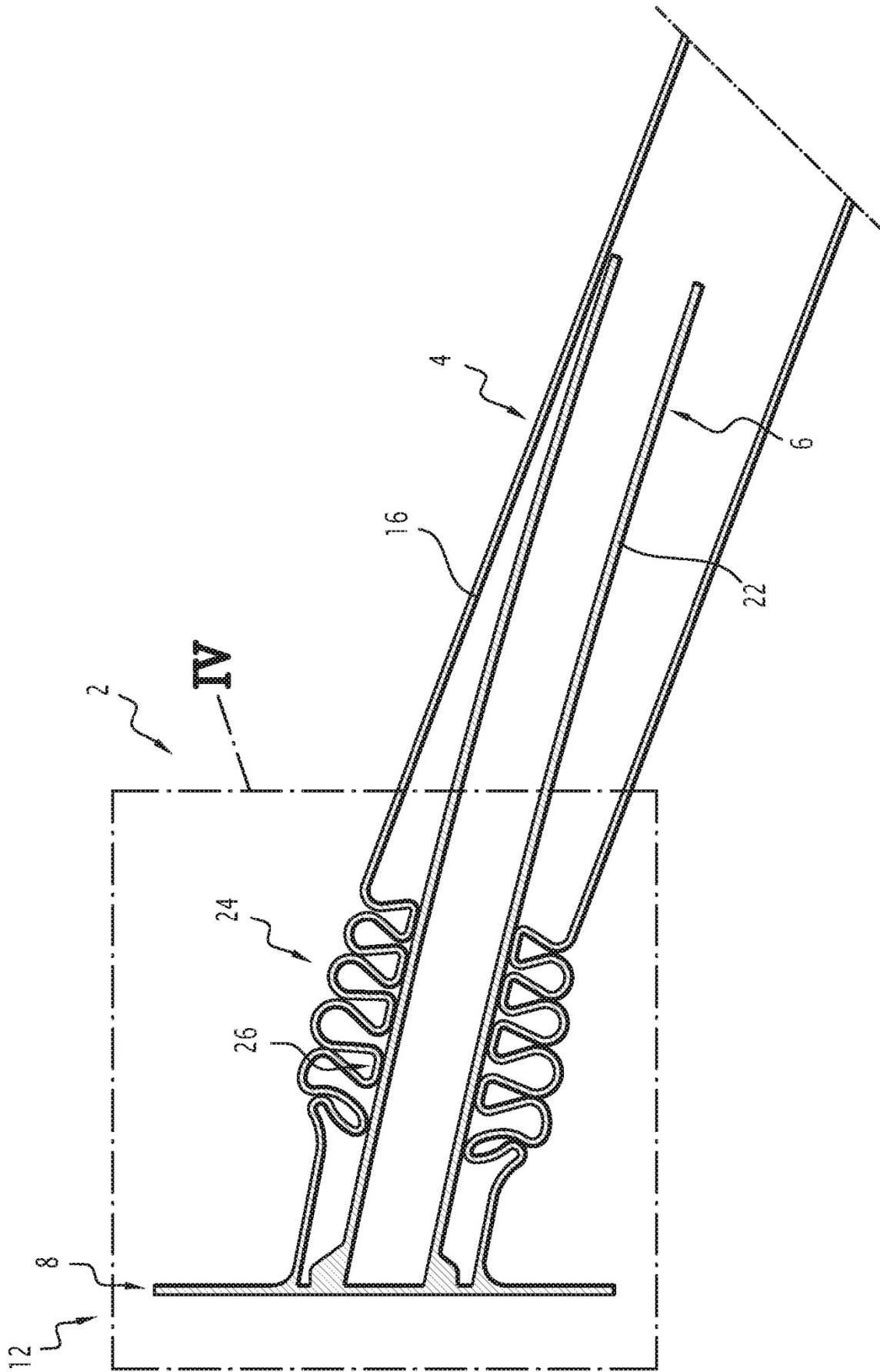
1. Un dispositivo de absorción de energía (2) para un vehículo a motor que comprende un miembro longitudinal hueco (4) que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal (10) y una guía longitudinal (6) que se  
5 extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal (20), dispuesto dentro del miembro longitudinal (4), y adecuado para guiar la deformación del miembro longitudinal (4) en caso de un impacto,  
  
donde la relación de la longitud de la guía longitudinal, medida a lo largo del segundo eje longitudinal (20), a la longitud del miembro longitudinal, medida a lo largo del primer eje longitudinal (10), está comprendida entre 1/5 y  
10 3/5; donde la guía longitudinal (6) tiene una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, y el miembro longitudinal (4) tiene debilidades estructurales (18), el miembro longitudinal (4) tiene una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, aparte de las debilidades estructurales (18); y  
donde la relación de la sección transversal constante del miembro longitudinal respecto a la sección transversal constante de la guía longitudinal está comprendida entre 2 y 9.  
15
2. Un dispositivo de absorción de energía según la reivindicación 1, donde la sección transversal constante del miembro longitudinal está delimitada por un contorno exterior, definiendo el contorno exterior un punto del baricentro geométrico, estando incluido el punto del baricentro geométrico en la sección transversal constante de la  
20 guía longitudinal.
3. Dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, donde las debilidades estructurales (18) son partes predeterminadas del miembro longitudinal (4) que están debilitadas, siendo al menos una debilidad estructural (18), por ejemplo, una línea de soldadura o un orificio pasante o una fila de orificios  
25 pasantes o una reducción local de la sección transversal, o un cambio en el espesor o un cambio en el material del miembro longitudinal (4).
4. Dispositivo de absorción de energía según la reivindicación 3, donde cada debilidad estructural (18) se extiende en un plano perpendicular al primer eje longitudinal (10) del miembro longitudinal (4).
- 30 5. Un dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la guía longitudinal (6) comprende una pared guía (22) que tiene un espesor comprendido entre 1 mm y 4,0 mm.
6. Dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el miembro longitudinal (4) está cerrado en un extremo por una placa de cierre (8), estando la guía longitudinal (6) unida a dicha  
35 placa de cierre (8) dentro del miembro longitudinal (4).
7. Un dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la guía longitudinal (6) es integral con el miembro longitudinal (4).
- 40 8. Un dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la guía longitudinal (6) y el miembro longitudinal (4) tienen secciones transversales rectangulares o poligonales o circulares.
9. Un dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el miembro longitudinal (4) comprende una pared del miembro (16) que tiene una relación de esbeltez (A) por encima de 25, como  
45 se define por  $A = L / \sqrt{I_{min} / A}$  donde:  
  
L es la longitud de la pared del miembro (16),  
I<sub>min</sub> es el segundo momento de inercia de la pared del miembro (16),  
A es el área de sección transversal total de la pared del miembro (16).  
50
10. Un dispositivo de absorción de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el miembro longitudinal (4) es una caja de colisión o una extensión de una cuna del vehículo.
11. Una carrocería del vehículo a motor que comprende un dispositivo de absorción de energía (2) según  
55 cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
12. Un procedimiento para producir dispositivo de absorción de energía (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende las etapas de:  
  
60 - fabricar un miembro longitudinal hueco (4), teniendo el miembro longitudinal (4) debilidades estructurales (18), teniendo el miembro longitudinal (4) una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, aparte de las debilidades estructurales (18)  
- fabricar una guía longitudinal (6), teniendo la guía longitudinal (6) una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, estando comprendida la relación de la longitud de la guía longitudinal respecto a la longitud del  
65 miembro longitudinal entre 1/5 y 3/5, y estando comprendida la relación de la sección transversal constante del

miembro longitudinal respecto a la sección transversal constante de la guía longitudinal entre 2 y 9  
- montar entre sí dicha guía longitudinal (6) en dicho miembro longitudinal (4).

13. Un procedimiento según la reivindicación 12, donde la etapa de montaje comprende las etapas de:
- 5
- soldar la guía longitudinal (6) a una placa de cierre (8),
  - soldar el miembro longitudinal (4) a dicha placa de cierre (8), estando dispuesta la guía longitudinal (6) en el interior del miembro longitudinal (4).







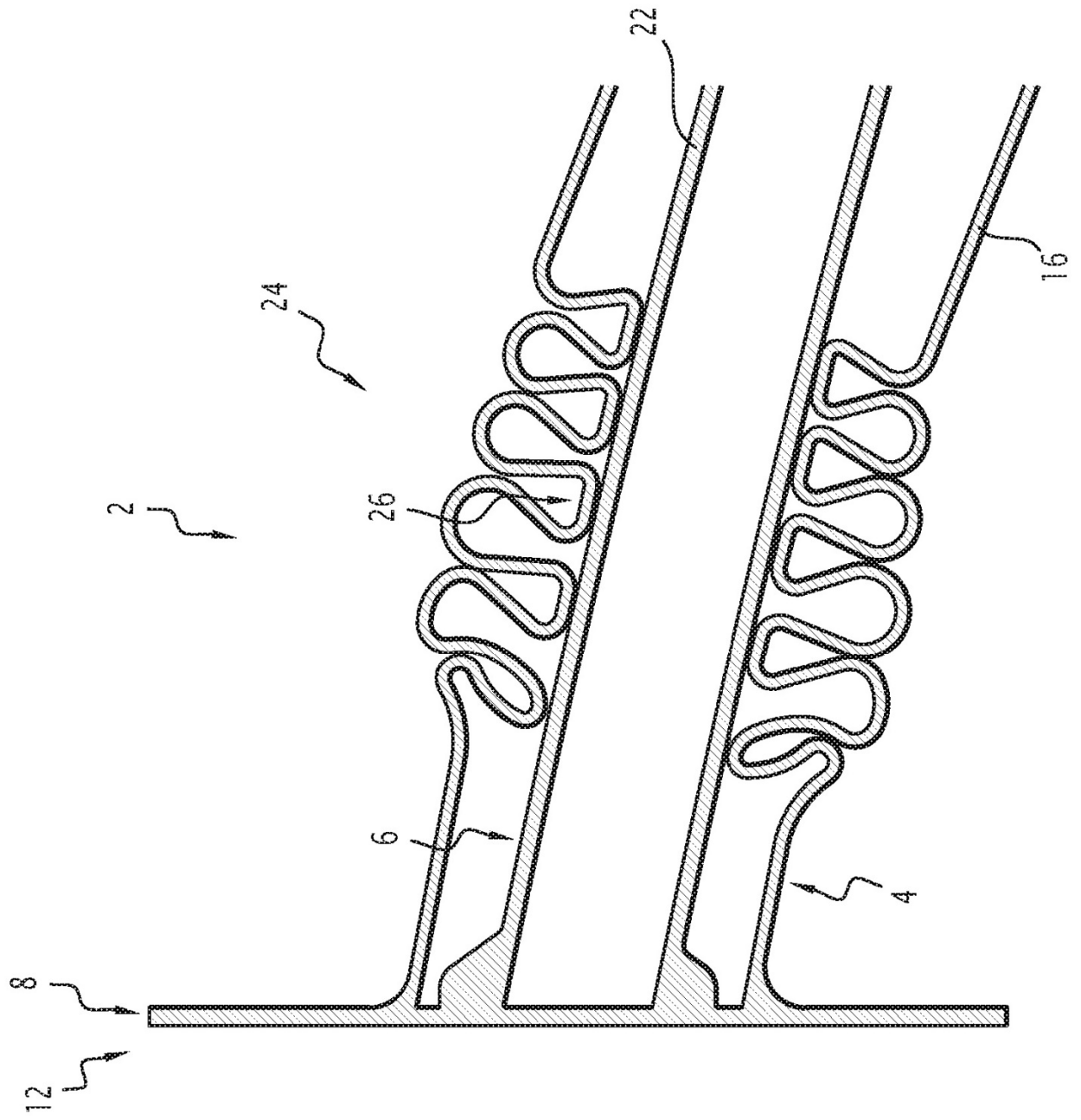


FIG. 4