

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 380**

51 Int. Cl.:

B62D 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2014 PCT/EP2014/074689**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071444**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014 E 14798889 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3068677**

54 Título: **Viga para la realización de una estructura metálica**

30 Prioridad:

15.11.2013 FR 1361220
07.04.2014 EP 14382133

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.06.2019

73 Titular/es:

AUTOTECH ENGINEERING, A.I.E. (100.0%)
AIC-Automotive Intelligence Center Parque
Empresarial Boroa P2-A4
48340 Amorebieta-Etxano, ES

72 Inventor/es:

VALENCIA CARRIO, XAVIER;
MARQUEZ DURAN, SERGI;
ESPANA DE JUAN, LLUIS;
CAZES, CHRISTOPHE;
GATARD, GRÉGOR Y;
BARELLI, VINCENT;
LEROY, EMMANUEL;
DUNAND, MATTHIEU y
NISS, MATTHIEU

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 715 380 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

Viga para la realización de una estructura metálica

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención hace referencia al campo de las piezas metálicas que intervienen en la realización de una estructura metálica, particularmente de un chasis o de una carrocería de vehículos.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

Ya se han realizado numerosas vigas metálicas para la carrocería de vehículos.

15 En particular, se ha propuesto realizar dichas vigas mediante el montaje de dos piezas metálicas, por ejemplo una primera pieza que tiene un cuerpo principal de sección transversal general en forma de U provisto de bridas laterales que sobresalen hacia el exterior desde los bordes de la U y una segunda pieza formada por una placa de cubierta. La ventaja de realizar la viga final mediante el montaje de dos piezas proviene particularmente de la libertad ofrecida de este modo para disponer y combinar el diseño de los flancos de diferentes grosores y/o formados de diferentes materiales y obtener de este modo una definición precisa de las características mecánicas del producto final, reduciendo en general el peso total de la viga, en relación con las técnicas clásicas anteriores.

20 En general, las dos piezas mencionadas anteriormente se fijan entre sí mediante soldadura, en general mediante puntos de soldadura repartidos a lo largo de las piezas al nivel de rebajes superpuestos, que pueden coincidir con las bridas laterales mencionadas anteriormente.

25 El documento WO 2011/071434 describe una viga tal como se ilustra en la figura 1 adjunta.

30 Esta viga comprende una primera pieza 10 en forma de tapa que comprende un cuerpo 12 de sección transversal general en forma de U provista de bridas laterales 14, 15 que sobresalen hacia el exterior desde los bordes de la U y una segunda pieza 20 formada por una placa de cubierta.

El documento especifica que el núcleo 22 de la placa 20 puede ser plano o conformarse como se ilustra en la figura 1.

35 La viga puede comprender además opcionalmente una pieza de revestimiento 30.

Los documentos US 2012/119477, US 2003/000156, US 2001/024054, DE 10 2009 047956, US 2013/300155, JP H04 56688, US2011/163571, GB 2 497 396 y US2013/140851 describen otras variantes de piezas.

40 **OBJETIVO DE LA INVENCION**

La invención tiene como objetivo proponer una nueva geometría de piezas para garantizar una buena resistencia y rigidez, reduciendo la masa del material utilizado y optimizando la capacidad de absorción de energía en caso de deformación por impacto.

45 El objetivo mencionado anteriormente se logra de acuerdo con la invención por medio de una viga que comprende al menos una primera pieza que tiene un cuerpo principal de sección transversal general en forma de U provista de bridas laterales que sobresalen hacia el exterior desde los bordes de la U, comprendiendo el cuerpo principal igualmente una parte inferior y dos alas que forman los bordes de la U, caracterizada por que:

- 50
- la parte central del cuerpo principal define celdas que trabajan respectivamente en tensión y en compresión, a cada lado de un eje neutro de flexión principal, formadas por dos zonas de transición que están situadas cada una entre el elemento en forma de U y una brida lateral;

55

 - la parte inferior del cuerpo principal comprende al menos una transición formada por una discontinuidad de curvatura;
 - al menos un ala comprende al menos una transición formada por una discontinuidad de curvatura;

- al menos una brida lateral comprende al menos una zona de resistencia mecánica inferior que el resto del cuerpo principal, realizándose dicha al menos una zona de resistencia mecánica inferior en el mismo lado de la U que el ala que comprende dicha al menos una transición.

5 Como se verá más adelante, por medio de una redistribución del material constituyente del cuerpo principal, alrededor del eje principal de flexión del cuerpo, y de una sinergia técnica entre la al menos una zona de baja resistencia mecánica provista en al menos una brida lateral y la al menos una transición mencionada anteriormente provista particularmente en al menos un ala del cuerpo principal, la invención permite reducir considerablemente la masa de la viga al tiempo que mejora las propiedades mecánicas en comparación con la técnica anterior, particularmente permitiendo aumentar sustancialmente la energía absorbida en caso de deformación por impacto.

De acuerdo con otras características ventajosas pero no limitativas de la invención:

- 15 - cada una de las alas comprende al menos una transición, y cada una de las bridas laterales comprende al menos una zona de resistencia mecánica inferior;
- las celdas que trabajan en tensión y las celdas que trabajan en compresión tienen cada una una concavidad girada hacia el eje neutro de flexión principal;
- 20 - la viga presenta un eje de simetría;
- la viga presenta una asimetría;
- 25 - la viga comprende igualmente zonas de resistencia mecánica inferior que el resto del cuerpo principal al nivel de las alas y/o la parte inferior del cuerpo principal en forma de U, para controlar las deformaciones;
- la viga comprende además una placa de cubierta;
- la parte inferior comprende al menos dos segmentos planos de los cuales cada segmento plano presenta un ancho inferior o igual a $1,9t \cdot \sqrt{E/sy}$, donde t representa el grosor de la pieza, E representa el módulo de Young del material de la pieza y sy representa el parámetro de resistencia mecánica denominado límite elástico, típicamente igual a 1100 MPa;
- 30
- las zonas de transición están formadas en curvatura;
- 35 - al menos un ala comprende al menos una transición ubicada entre el 50 - 90 % de la altura del cuerpo principal;
- al menos un ala comprende al menos una transición en forma de doble doblado redondeado que comprende un punto de inflexión, o bien una transición que forma un segmento rectilíneo que conecta cada uno de los extremos de dicha al menos un ala formando un ángulo.
- 40

Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención aparecerán en la lectura de la siguiente descripción detallada y respecto a los dibujos adjuntos dados a modo de ejemplos no restrictivos y en los que:

- 45 - la figura 1 descrita anteriormente representa una vista esquemática en sección transversal de una pieza de acuerdo con el estado de la técnica,
- la figura 2 representa una vista en sección transversal similar de una pieza de acuerdo con la presente invención,
- 50 - la figura 3 representa una vista en sección transversal similar de una pieza de acuerdo con la presente invención según un modo de realización diferente del mostrado en la figura 2;
- 55 - la figura 4 representa una ilustración esquemática de una pieza, sin eje de simetría, de acuerdo con la presente invención;

ES 2 715 380 T3

- 5 - la figura 5a representa los valores de momento a lo largo del tiempo para diferentes tipos de flexión respectivamente de una pieza de referencia ilustrada en sección transversal en la figura 5b, de una pieza intermedia entre la invención y la pieza de referencia que se representa en la figura 5c y de un modo de realización de acuerdo con la invención representado en la figura 5d; más precisamente aún, la figura 5a representa en las curvas 1b, 1c y 1d respectivamente el momento de flexión bajo una flexión de cuatro puntos que simula un caso de impacto lateral de una pieza que forma un montante B de carrocería de vehículos motorizados; las curvas 2b y 2c representan curvas similares bajo una flexión de cuatro puntos que simula un caso de volcado de vehículo respectivamente para una pieza de referencia ilustrada en la figura 5b y la pieza intermedia representada en la figura 5c, y las curvas 3b y 3c representan el momento bajo una prueba de flexión de tres puntos para piezas que corresponden respectivamente a la pieza de referencia ilustrada en la figura 5b y a la pieza intermedia representada en la figura 5c;
- 10 - la figura 6 representa una tabla que resume sucesivamente el momento máximo en kNm bajo una flexión de cuatro puntos, la masa en kg y la ganancia de masa de dos modos de realización de acuerdo con la invención ilustrados en la columna central y en la columna derecha, en relación con una pieza de referencia ilustrada en la columna izquierda;
- 15 - la figura 7 representa una tabla que compara el modo de realización mostrado en la figura 2 con diferentes tipos de piezas;
- 20 - la figura 8 representa un conjunto de curvas que resultan de la simulación de flexión de cuatro puntos para las diferentes piezas mostradas en la figura 7;
- 25 - la figura 9.a muestra una vista en sección transversal de una pieza similar al modo de realización presentado en la figura 2;
- 30 - las figuras 9.b, 9.c y 9.d representan la distribución de las tensiones mecánicas y la deformación de una pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, que está sometida a una flexión de cuatro puntos;
- 35 - la figura 10.a representa una vista en sección de una pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero dicha pieza no comprende zonas de resistencia mecánica inferior en las bridas laterales;
- 40 - las figuras 10.b, 10.c y 10.d representan la distribución de las deformaciones plásticas de una pieza que está sometida a una flexión de cuatro puntos, siendo dicha pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero no comprende zonas de resistencia mecánica inferior en las bridas laterales;
- 45 - la figura 11.a representa una vista en sección transversal de una pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero dicha pieza no comprende ninguna transición en las alas;
- 50 - las figuras 11b, 11.c y 11d representan la distribución de las deformaciones plásticas de una pieza que está sometida a una flexión de cuatro puntos, siendo dicha pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero no comprende ninguna transición en las alas;
- 55 - la figura 12.a representa una vista en sección transversal de una pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero dicha pieza no comprende ninguna transición en las alas, ni zonas de resistencia mecánica inferior en las bridas laterales;
- 60 - las figuras 12.b, 12.c y 12.d representan la distribución de las deformaciones plásticas de una pieza que está sometida a una flexión de cuatro puntos, siendo dicha pieza similar al modo de realización mostrado en la figura 2, pero no comprende ninguna transición en las alas, ni zonas de resistencia mecánica inferior en las bridas laterales;
- la figura 13 representa una vista en sección transversal de cada una de las piezas que se ilustran en las figuras 9, 10, 11 y 12, así como una vista de la distribución de las tensiones mecánicas de cada una de las piezas que es más detallada que las vistas presentadas en las figuras 9, 10, 11 y 12;
- la figura 14 representa una tabla que compara el modo de realización mostrado en la figura 3 con diferentes tipos de vigas.

Se han representado en las figuras 2 y 3, en líneas continuas, la sección transversal de una viga de acuerdo con la presente invención y, en líneas discontinuas, la sección transversal de una viga de acuerdo con el estado de la técnica.

5 De acuerdo con el modo de realización particular representado en la figura 2, la sección de la viga presenta un eje de simetría O-O.

10 Como puede verse en la figura 2, el eje de simetría O-O constituye un eje neutro elástico y la sección de la viga de acuerdo con la invención ilustrada en la figura 2 comprende además un eje neutro elástico de flexión principal A-A. Este eje neutro elástico O-O y este eje neutro elástico de flexión principal A-A se extienden en la sección de la viga perpendicularmente al eje longitudinal de la viga.

15 Se entiende por «eje neutro elástico de flexión principal A-A» el eje de equilibrio de los momentos que resultan de una deformación por flexión debido a un esfuerzo cortante resultante a lo largo del eje O-O y/o a un momento flector alrededor del eje A-A.

El eje neutro elástico de flexión principal A-A es ortogonal al eje neutro elástico O-O.

20 Se ha esquematizado en la figura 4 una variante de una pieza de acuerdo con la presente invención, sin eje de simetría.

25 Se observan en esta figura 4 los ejes O-O y A-A que se intersecan al nivel del centro de inercia y que son ortogonales entre sí, definiendo la dirección de los esfuerzos y los momentos aplicados. El eje O-O define el eje de los esfuerzos cortantes y el eje A-A define el eje de los momentos flectores. Los ejes neutros elásticos resultantes O-O 'y A'-A' correspondientes a los ejes principales de inercia se representan igualmente en la figura 4.

La viga representada en la figura 2 comprende una pieza 100 que comprende un cuerpo principal 110 de sección transversal general en forma de U y dos bridas laterales 140, 150.

30 El cuerpo principal en forma de U 110 comprende un núcleo o parte inferior 112. La parte inferior 112 tiene una orientación general sustancialmente paralela al eje neutro de flexión principal A-A, por lo tanto ortogonal al eje de simetría O-O.

35 Sin embargo, como se ilustra en la Figura 2, de acuerdo con la invención, la parte inferior 112 está provista de una o más nervaduras de refuerzo 113, preferentemente dirigidas hacia el interior de la U. Más generalmente, la parte inferior 112 puede estar provista de este modo de transiciones o escalones que formen una discontinuidad de curvatura, cuya nervadura de refuerzo 113 constituye un ejemplo de realización.

40 El núcleo o parte inferior 112 no se confunde con el eje neutro de flexión principal A-A, es decir, está distante de este eje neutro de flexión principal A-A.

45 El cuerpo principal en forma de U 110 comprende dos alas o paredes 120, 130 conectadas respectivamente a los dos bordes opuestos del núcleo 112. Las alas 120, 130 intersecan el eje neutro de flexión principal A-A. Las dos alas 120, 130 pueden ser en general paralelas al eje de simetría O-O.

Sin embargo, preferentemente, las dos alas 120,130 se separan de la parte inferior 112, por ejemplo, de acuerdo con un ángulo del orden de 5 a 30 °.

50 Típicamente, las dos alas 120, 130 intersecan el eje neutro de flexión principal A-A en dos tercios de su longitud.

55 Además, de acuerdo con la invención, como se ilustra en la figura 2, las alas o paredes 120, 130 están provistas de transiciones o escalones 121, 131 que forman una discontinuidad de curvatura, de acuerdo con la rigidez intrínseca buscada para estas alas o paredes 120, 130. Más precisamente, las transiciones 121, 131 pueden estar constituidas por un doblado doble redondeado que comprende un punto de inflexión, o bien por un segmento rectilíneo que conecta cada uno de los extremos del ala 120, 130 formando un ángulo. Estas dos variantes se pueden combinar, por ejemplo, realizando un doblado doble redondeado que comprende un punto de inflexión en un segmento rectilíneo que conecta cada uno de los extremos del ala 120, 130 formando un ángulo.

60 Se ha representado en la figura 3 una variante de una pieza de acuerdo con la presente invención, para la que el cuerpo principal 110 comprende solo una única transición 121 que se realiza en un ala 120, y dicho cuerpo principal 110 comprende una zona de resistencia inferior ZFR solamente en la brida lateral 140.

Sin embargo, de acuerdo con otras posibles variables, el cuerpo principal 110 puede comprender varias transiciones 121, 131 realizadas en cada una de las alas 120, 130, y dicho cuerpo principal 110 puede comprender varias zonas de resistencia inferior ZFR realizadas en cada una de las bridas laterales 140, 150.

5 De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la figura 2, las bridas laterales 140, 150 son coplanares y paralelas al eje neutro de flexión principal A-A. En cambio, de acuerdo con la variante de realización ilustrada en la figura 4, las bridas 140 y 150, aunque son paralelas, no son coplanares. De acuerdo con la figura 4, la brida 150 está más alejada del eje neutro de flexión principal A-A que la brida 140. Además, de acuerdo con la figura 4, la parte inferior 112 no es paralela a este eje neutro de flexión principal A-A.

La figura 4 es un ejemplo de posible asimetría aplicable a la presente invención. Sin embargo, la invención no se limita a la asimetría ilustrada en la figura 4 y puede aplicarse a piezas que presenten muchas otras asimetrías.

15 De acuerdo con la invención, como se ilustra en las figuras 2, 3 y 4, el cuerpo principal 110 comprende además elementos de transición 125, 135 situados respectivamente entre los extremos de las alas 120, 130 opuestos a la parte inferior 112 y a las bridas laterales 140, 150. Estos elementos de transición 125, 135 definen concavidades dirigidas hacia el eje neutro de flexión principal A-A.

20 De acuerdo con el modo de realización particular representado en las figuras 2, 3 y 4, estos elementos de transición 125, 135 comprenden más precisamente una chapa 126, 136, en general paralela al eje neutro de flexión principal A-A, conectada a los extremos de las alas 120, 130, seguido de una pared 127, 137 situada respectivamente entre las chapas 126, 136 y las bridas laterales 140, 150. Las paredes 127, 137 están inclinadas con respecto al eje neutro de flexión principal A-A, por ejemplo, en un ángulo de entre 10 y 45 °. Estas paredes 127, 137 divergen hacia las bridas laterales 140, 150.

A modo de ejemplo no limitativo, la altura de las paredes 127, 137 considerada paralela al eje de simetría O-O, es decir, perpendicular al eje neutro de flexión principal A-A, está comprendida entre un 1/4 y un 1/8 de la altura de las alas 120, 130, típicamente del orden de 1/6 de la altura de las alas 120, 130.

30 Como se ve en las figuras 2, 3 y 4, los tabiques 127, 137, por un lado, y las alas 120, 130, por otro lado, están situadas en el mismo lado de las chapas 126, 136, es decir, están todas situadas en la dirección del eje neutro de flexión principal A-A a partir de las chapas 126, 136.

35 Como variante, las zonas de transición 125, 135 mencionadas anteriormente formadas por la conexión del núcleo plano 126, 136 y los tabiques planos 127, 137 podrían reemplazarse por medios curvos equivalentes.

Las bridas laterales 140, 150 también están formadas por recubrimientos planos preferentemente coplanares, perpendiculares al eje de simetría O-O y paralelos al eje neutro de flexión principal A-A. De forma alternativa, las bridas laterales 140, 150 podrían inclinarse entre sí y con respecto al eje neutro de flexión principal A-A.

45 El experto en la técnica entenderá que los medios descritos anteriormente definen respectivamente al nivel del cuerpo principal en forma de U delimitado por la parte inferior 112 y las dos alas 120, 130, una celda 114 que trabaja en tensión, o respectivamente en compresión de acuerdo con la dirección del esfuerzo, y dos celdas 128, 138 que trabajan en compresión, o respectivamente en tensión de acuerdo con la dirección del esfuerzo, cuando se aplica un esfuerzo F1 en el eje de simetría O-O. La viga de acuerdo con la invención está diseñada para trabajar en flexión después de la aplicación del esfuerzo F1 que es colineal con el eje de simetría O-O, pudiendo el esfuerzo F1 estar orientado posiblemente en las dos direcciones.

50 En la figura 2, las celdas 114, 128 y 138 mencionadas anteriormente se representan esquemáticamente en forma de zonas sombreadas.

Más precisamente aún, en el marco de la invención, el ancho b de cada segmento plano que constituye la parte inferior 112 considerada perpendicularmente al plano del eje neutro elástico O-O se optimiza para minimizar la masa

55 del material utilizado y es igual a $b \leq 1,9t \cdot \sqrt{E/sy}$, donde:

- t representa el grosor de la pieza,
- E representa el módulo de Young del material de la pieza y

- σ_y representa el parámetro de resistencia mecánica llamado límite elástico, típicamente igual a 1100 MPa.

De una manera más general podemos escribir:

5

$$b \leq \sqrt{\frac{4 \times \pi^2}{12 \times (1-n)}} \times \frac{E}{\sigma_y} \times t$$

con n : coeficiente de Poisson del orden de 0,3 para los aceros.

10 Como se ha esquematizado en la figura 6, la viga de acuerdo con la presente invención puede completarse con una placa de cubierta 200.

La placa de cubierta 200 puede ser objeto de numerosas variantes de modos de realización conocidas por el experto en la técnica. No se describirá por tanto en detalle más adelante.

15

De acuerdo con el modo de realización representado en la columna central de la figura 6, la placa de cubierta 200 está formada por una placa soldada en la parte superior de las zonas de transición 125, 135 y dicha placa de cubierta 200 está provista en su centro de una nervadura de refuerzo 210.

20 De acuerdo con el modo de realización mostrado en la columna de la derecha de la figura 6, la placa de cubierta 200 tiene la forma de una tapa en forma de U cuyas bridas laterales 212, 214 están conectadas a las bridas laterales 140, 150 del cuerpo principal 110, teniendo la placa de cubierta 200 en este caso una sección transversal en forma de U cuyo núcleo comprende una nervadura de refuerzo 210 y las dos alas 220, 230 se interconectan entre el núcleo y las bridas laterales 212, 214.

25

De acuerdo con otra característica importante de la invención, la pieza de acuerdo con la invención comprende, particularmente pero no exclusivamente al nivel de estas bridas laterales 140, 150, zonas de resistencia mecánica inferior ZFR que el resto del cuerpo principal 110.

30 Preferentemente, estas zonas de resistencia mecánica inferior ZFR se obtienen por control de la temperatura de las zonas consideradas durante el estampado de la pieza 100.

Más específicamente, en este contexto, las zonas de resistencia mecánica inferior ZFR se obtienen por medio del procedimiento que consiste en:

35

- calentar un flanco metálico a una temperatura superior a la temperatura de transición austenítica, y después
- conformar el flanco calentado de este modo en una herramienta de estampado que cuenta con un circuito de refrigeración controlado y/o conformado para limitar las zonas de contacto con el flanco metálico estampado.

40

Da como resultado que las zonas de la pieza metálica en contacto con la herramienta de estampado enfriada se convierten en una fase martensítica y presentan una fuerte resistencia mecánica, por ejemplo, superior a 1400 MPa, para el cuerpo principal de manera general, aunque las zonas de la pieza metálica que no están en contacto directo con la herramienta de estampado, es decir, en contacto con zonas de esta herramienta de estampado recalentadas localmente, permanecen en contacto con el aire o en contacto con una zona calentada, se enfrían menos y realizan conversiones de fases intermedias entre las fases austeníticas y martensíticas y presentan finalmente una resistencia mecánica inferior, por ejemplo, de menos de 1100MPa, típicamente entre 300 y 1000MPa.

45

En general, dichas zonas de resistencia mecánica inferior ZFR que el resto del cuerpo principal 110 pueden formarse igualmente en otros lugares que en las bridas 140 y 150, por ejemplo en las alas o paredes 120, 130, es decir, en la parte inferior 112.

50

Como se indicó anteriormente, la figura 5 representa el momento de una pieza bajo diferentes ángulos de deformación.

55

Más precisamente, las figuras 1b, 1c y 1d representan el momento bajo una prueba de flexión de cuatro puntos respectivamente correspondiente a un impacto lateral en una pieza que forma el montante B de un vehículo motorizado, para una pieza de referencia tal como se ilustra en la figura 5b (curva 1b), una pieza intermedia entre la

ES 2 715 380 T3

pieza de referencia y la invención que se ilustra en la figura 5c (curva 1c) y una pieza de acuerdo con un modo de realización de la invención representada en la figura 5d (curva 1d).

La pieza intermedia representada en la figura 5c corresponde a una pieza de acero Usibor de 1,5 mm de grosor.

La pieza representada en la figura 5d corresponde a una pieza de acero Usibor de 1,8 mm de grosor que comprende zonas de resistencia mecánica inferior ZFR al nivel de sus bridas laterales 140, 150.

Aquí se recuerda que las piezas de acuerdo con la presente invención son piezas que combinan las siguientes cuatro características estructurales:

- 1) el cuerpo principal 110 comprende dos elementos de transición 125 y 135 situados respectivamente entre los extremos de las alas 120, 130 opuestos a la parte inferior 112 y las bridas laterales 140, 150, con el fin de delimitar concavidades dirigidas hacia el eje neutro de flexión principal A-A, y delimitar de este modo las celdas 114, 128 y 138 que trabajan respectivamente en tensión y compresión, a ambos lados del eje neutro de flexión principal A-A;
- 2) al menos una transición 113 formada por una discontinuidad de curvatura en la parte inferior 112 del cuerpo en forma de U 110;
- 3) al menos una transición 121, 131 formada por una discontinuidad de curvatura en cada una de las alas 120, 130 del cuerpo en forma de U 121, 131; y
- 4) zonas de resistencia mecánica inferior que el resto del cuerpo en forma de U 110 en las bridas laterales 140, 150.

Las curvas 1b, 1c y 1d muestran que la presente invención permite mantener un momento de resistencia mayor que el de la pieza de referencia ilustrada en la figura 5b.

Ocurre lo mismo con las curvas 2b y 2d que corresponden al momento respectivamente de la referencia ilustrada en la figura 4b y del modo de realización de acuerdo con la invención representado en la figura 4d en caso de vuelco del vehículo y para las figuras 3b y 3d que corresponden a las mismas piezas en una prueba de flexión de tres puntos.

Un examen comparativo de las curvas 1c y 1d muestra que la realización de zonas de resistencia mecánica inferior en las bridas 140, 150 no cambia significativamente el nivel del momento de resistencia (ya que la curva 1d muestra un momento máximo del mismo orden de magnitud que la curva 1c) pero permite aumentar la capacidad de absorción y por tanto permite una mayor cantidad de energía absorbida.

Como se ilustra en la figura 6, que compara una pieza de referencia con dos piezas de acuerdo con dos modos de realización diferentes de acuerdo con la invención que están relacionados con las placas de cubierta 200, manteniendo un momento de resistencia del mismo orden de magnitud que la referencia, la invención permite importantes ahorros en masa.

En comparación con la referencia que presenta un momento máximo en una prueba de flexión de cuatro puntos de 7,30 KNm para una masa total de 2,41 kg, el primer modo de realización representado en la columna central de la figura 6 conduce a un momento máximo en una flexión de cuatro puntos de 9,94 KNm para una masa de 2,00 Kg, lo que supone una ganancia en masa del 17 %, mientras que la pieza de acuerdo con el segundo modo de realización representado en la columna derecha de la figura 6 corresponde a un momento máximo en una flexión de cuatro puntos de 9,34 KNm para una masa de 1,92Kg, lo que supone una ganancia en masa del 20 %.

Como se indicó anteriormente, la redistribución del material constituyente del cuerpo principal 110 alrededor del eje principal de flexión A-A del cuerpo, de acuerdo con la invención, permite obtener un equilibrio entre el aumento de la masa de la viga, la resistencia máxima a la flexión y la energía absorbida durante la deformación de la pieza.

La tabla presentada en la figura 7 es una tabla que compara la masa, la resistencia máxima a una flexión de cuatro puntos y la energía absorbida durante la deformación de diferentes geometrías de pieza con respecto a la pieza presentada en la figura 1 (pieza marcada con A en la tabla) a fin de poder identificar el impacto de las diferentes características estructurales de una pieza (por ejemplo, la presencia de zonas de transición en las alas) en la masa de la pieza, el par máximo permitido y la energía absorbida durante su deformación.

Como es visible para una pieza marcada con B en la tabla de la figura 7, la creación de las celdas 114, 128 y 138 por la realización de los dos elementos de transición 125 y 135 permite aumentar el par máximo permitido de la

ES 2 715 380 T3

pieza B en aproximadamente un 8 %, así como aumentar la energía absorbida durante la deformación de dicha pieza B en aproximadamente un 13 %, mientras que solo aumenta la masa de dicha pieza B en un 4 %.

5 Como es visible para una pieza marcada con E en la tabla de la figura 7, la creación de una transición 113 formada por una discontinuidad de curvatura en la parte inferior del cuerpo en forma de U 110 de una pieza E que comprende las celdas 114, 128 y 138 permite aumentar el par máximo permitido en aproximadamente un 20 % (en comparación con un 8 % sin la transición 113), pero reduce la energía absorbida (en un 10 % con la transición 113 frente al 13 % sin dicha transición 113) y aumenta la masa de la pieza E (en un 5 % con la transición 113 frente al 4 % sin dicha transición 113).

10 La creación de zonas de resistencia mecánica inferior ZFR que el resto del cuerpo en forma de U 110 en las bridas laterales 140 y 150 en una pieza F que comprende una transición 113 en la parte inferior del cuerpo en forma de U 110, así como las celdas 114, 128 y 138, permite aumentar la energía absorbida aumentando aproximadamente en un 20 % (frente al 10 % sin las zonas de resistencia mecánica inferior ZFR en las bridas laterales 140 y 150) sin modificar la masa de la pieza F, pero reduce el par máximo permitido (en un 17 % con las zonas con resistencia mecánica inferior ZFR en las bridas laterales 140 y 150 frente al 20 % sin las mismas).

20 La creación de al menos una transición 121, 131 en cada una de las alas 120 y 130 formando una discontinuidad de curvatura en una pieza G que comprende una transición 113 en la parte inferior del cuerpo en forma de U 110, así como las celdas 114, 128 y 138, permite, por un lado, aumentar el par máximo permitido aumentando aproximadamente en un 23 % (en comparación con el 20 % sin las transiciones 121 y 131), por otro lado, aumentar la energía absorbida aumentando aproximadamente en un 28 % (en comparación con el 10 % sin las transiciones 121 y 131), pero aumenta la masa de la pieza G aumentando aproximadamente en un 6 % (contra el 5 % sin las transiciones 121 y 131).

25 Una pieza H de acuerdo con la invención, que comprende zonas de resistencia mecánica inferior ZFR que el resto del cuerpo en forma de U 110 en las bridas laterales 140 y 150, al menos una transición 121, 131 formada por una discontinuidad de curvatura en cada una de las alas 120 y 130, una transición 113 en la parte inferior del cuerpo en forma de U 110, así como las celdas 114, 128 y 138 formadas por los dos elementos de transición 125 y 135, permite obtener un aumento del 52 % de la energía absorbida en relación con la pieza A, un aumento del par máximo permitido del 20 % en relación con dicha pieza A, para una masa que solo aumenta aproximadamente en un 6 % en relación con dicha pieza A.

35 Como se puede ver en la figura 8, la pieza H de acuerdo con la invención tiene una calidad de absorción de energía durante su deformación que es mucho mayor que las otras piezas A, B, E, F y G.

40 El solicitante ha observado de este modo que la energía absorbida por una pieza de acuerdo con la invención es sorprendentemente mayor que la adición de la ganancia en energía absorbida proporcionada por la creación de al menos una transición 121, 131 en cada una de las alas 120 y 130 y de la ganancia en energía absorbida proporcionada por la creación de zonas de resistencia inferior en las bridas laterales 140 y 150.

45 Esta mayor absorción de energía de la pieza de acuerdo con la invención se debe a un efecto sinérgico entre las transiciones 121 y 131 situadas en las alas 120 y 130 y las zonas de resistencia inferior situadas en las bridas laterales 140 y 150.

50 De hecho, como se puede ver en las figuras 9, 10, 11 y 12, la adición de al menos una transición 121, 131 en cada una de las alas 120 y 130 favorece una distribución de las tensiones de compresión a lo largo de la longitud de la viga cuando dicha viga se somete a una flexión. Además, las transiciones 121 y 131 permiten que las alas 120 y 130 se compriman en una dirección colineal al eje O-O ya que las transiciones 121 y 131 forman cebadores para la compresión. Dicha compresión permite, por un lado, absorber energía durante la compresión de las alas 120 y 130, y, por otro lado, permite limitar el espaciado de las alas 120 y 130 del cuerpo principal 110 y de este modo permite mantener las alas 120 y 130 en una dirección en la que las alas 120 y 130 tienen una mayor resistencia a la flexión.

55 La creación de las zonas de resistencia mecánica inferior ZFR situadas en las bridas laterales 140 y 150 permite retardar y limitar la aparición de deformaciones plásticas en zonas periféricas a una zona de debilitamiento en la que las tensiones son máximas.

60 La combinación de las transiciones 121 y 131 en las alas 120 y 130 con las zonas de resistencia mecánica inferior ZFR situadas en las bridas laterales 140 y 150 hace que:

- por un lado, dichas transiciones 121 y 131 amplifiquen el efecto de retardar y limitar la aparición de deformaciones plásticas en las zonas periféricas a la zona de debilitamiento proporcionada por las zonas de resistencia mecánica inferior ZFR situadas en las bridas laterales 140 y 150 debido a que las transiciones 121 y 131 proporcionan rigidez adicional a la viga, lo que permite aislar aún más la zona de debilitamiento del resto de la viga; y
- por otro lado, dichas zonas de resistencia mecánica inferior ZFR situadas en las bridas laterales 140 y 150 permiten una mejor distribución de las tensiones de tracción a lo largo de la longitud de la pieza de manera complementaria a la distribución de las tensiones de compresión creadas por las transiciones 121 y 131.

Además, el solicitante ha observado que la realización de al menos una transición formada por una discontinuidad de curvatura en la parte inferior 112 del cuerpo en forma de U 110 es necesaria a fin de que las transiciones 121 y 122, así como las zonas de resistencia inferior situadas en las bridas laterales 140 y 150, permitan aumentar la resistencia máxima a la flexión y la absorción de energía.

Como se indicó anteriormente, la viga de acuerdo con la presente invención está hecha de acero.

Puede aplicarse a cualquier pieza que intervenga en la producción de un vehículo motorizado, por ejemplo, un montante B, una viga de puerta, una viga de parachoques, un larguero, etc.

Naturalmente, la presente invención no se limita a los modos de realización que acaban de describirse, sino que se extiende a cualquier variante de acuerdo con su esencia.

Como se representa en la figura 5d, la viga de acuerdo con la presente invención puede comprender igualmente una pieza de revestimiento 300 en el exterior del cuerpo principal en forma de U 110. Dicha pieza de revestimiento opcional 300 no interviene sustancialmente en la resistencia mecánica total de la pieza.

Además, como se representa en la tabla de la figura 14, el solicitante sólo ha observado que dicho efecto sinérgico se obtiene igualmente para una viga en la que solo el ala 120 comprende una transición 121, el ala 130 no comprende ninguna transición, comprendiendo asimismo dicha viga una zona de resistencia mecánica inferior ZFR solamente en la brida lateral 140, no comprendiendo la brida lateral 150 ninguna zona de resistencia mecánica inferior ZFR.

La posición de las transiciones 121, 131 en las alas 120, 130 puede situarse entre el 50 - 90% de la altura del cuerpo principal 110. Ventajosamente, las transiciones 121, 131 pueden situarse entre el 60-80 % de la altura del cuerpo principal 110, más ventajosamente aún a aproximadamente el 70 % de la altura del cuerpo principal 110.

Se entenderá que el 0 % de la altura del cuerpo principal 110 corresponde a la posición de las bridas laterales 140 y 150, y que el 100 % de la altura del cuerpo principal 110 corresponde a la posición de la parte inferior 112.

Finalmente, el cuerpo principal 110 puede tener una sección transversal constante en toda su longitud o una sección transversal que varía a lo largo de la longitud de dicho cuerpo principal 110.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Viga que comprende al menos una primera pieza (100) que tiene un cuerpo principal (110) de sección transversal general en forma de U provista de bridas laterales (140, 150) que sobresalen hacia el exterior desde los bordes de la U, comprendiendo asimismo el cuerpo principal (110) una parte inferior (112) y dos alas (120, 130) que forman los bordes de la U,
- 10 - la parte central del cuerpo principal (110) define celdas (114, 128, 138) que trabajan respectivamente en tensión y en compresión a ambos lados de un eje neutro de flexión principal (A-A, A'-A'), donde dos de dichas celdas están formadas por dos zonas de transición (125, 126, 127; 135, 136, 137) que están situadas cada una entre el elemento en forma de U (110) y una brida lateral (140, 150); **caracterizada por que**
- 15 - la parte inferior (112) del cuerpo principal (110) comprende una o varias nervaduras de refuerzo (113) dirigidas hacia el interior de la U;
- 20 - al menos un ala (120, 130) comprende al menos una transición (121, 131) en forma de doblado doble redondeado que comprende un punto de inflexión, o una transición (121, 131) que forma un segmento rectilíneo que conecta cada uno de los extremos de dicha al menos un ala (120, 130) formando un ángulo;
- 25 - al menos una brida lateral (140, 150) comprende al menos una zona de resistencia mecánica inferior (ZFR) que el resto del cuerpo principal (110), realizándose dicha al menos una zona de resistencia mecánica inferior (ZFR) en el mismo lado de la U que el ala (120, 130) que comprende dicha al menos una transición (121, 131).
- 30 2. Viga de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** cada una de las alas (120, 130) comprende al menos una transición (121, 131), y **por que** cada una de las bridas laterales comprende al menos una zona de resistencia mecánica inferior (ZFR).
- 35 3. Viga de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** las celdas (114; 128, 138) que trabajan en tensión y las celdas (128, 138; 114) que trabajan en compresión tienen cada una una concavidad girada hacia el eje neutro de flexión principal (A-A).
- 40 4. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** presenta un eje de simetría (O-O).
- 45 5. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** presenta una asimetría.
- 50 6. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende asimismo zonas de resistencia mecánica inferior que el resto del cuerpo principal (110), al nivel de las alas (120, 130) y/o en la parte inferior (112) del cuerpo principal en forma de U (110) para controlar las deformaciones.
- 55 7. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** comprende además una placa de cubierta (200).
8. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por el hecho de que** la parte inferior (112) comprende al menos dos segmentos planos (b) de los que cada segmento plano (b) tiene un ancho menor o igual a $1.9 t \cdot \sqrt{E/sy}$, donde t representa el grosor de la pieza, E representa el módulo de Young del material de la pieza y sy representa el parámetro de resistencia mecánica denominado límite elástico, típicamente igual a 1100 MPa.
9. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por el hecho de que** las zonas de transición (125, 126, 127; 135, 136, 137) que garantizan la conexión entre el elemento en forma de U (110) y las bridas laterales (140, 150) están definidas cada una por una chapa (126, 136) y una pared (127, 137) que converge hacia el eje neutro de flexión principal (A-A) hacia las bridas laterales (140, 150).
10. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por el hecho de que** las zonas de transición (125, 126, 127; 135, 136, 137) están formadas en curvatura.

ES 2 715 380 T3

- 5
11. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** al menos un ala (120, 130) comprende al menos una transición (121, 131) situada entre el 50 - 90 % de la altura del cuerpo principal (110).
 12. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** la sección del cuerpo principal (110) varía a lo largo de la longitud de dicho cuerpo principal (110).
 13. Viga de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las zonas de resistencia mecánica inferior (ZFR) tienen un valor de resistencia mecánica comprendido entre 300 MPa y 1000 MPa.

FIG. 1

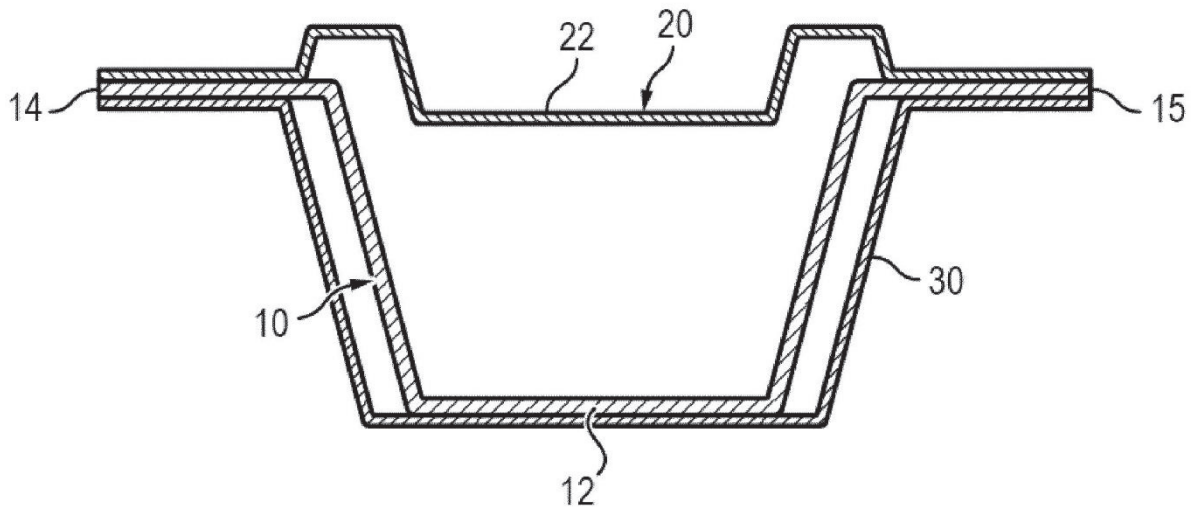


FIG. 2

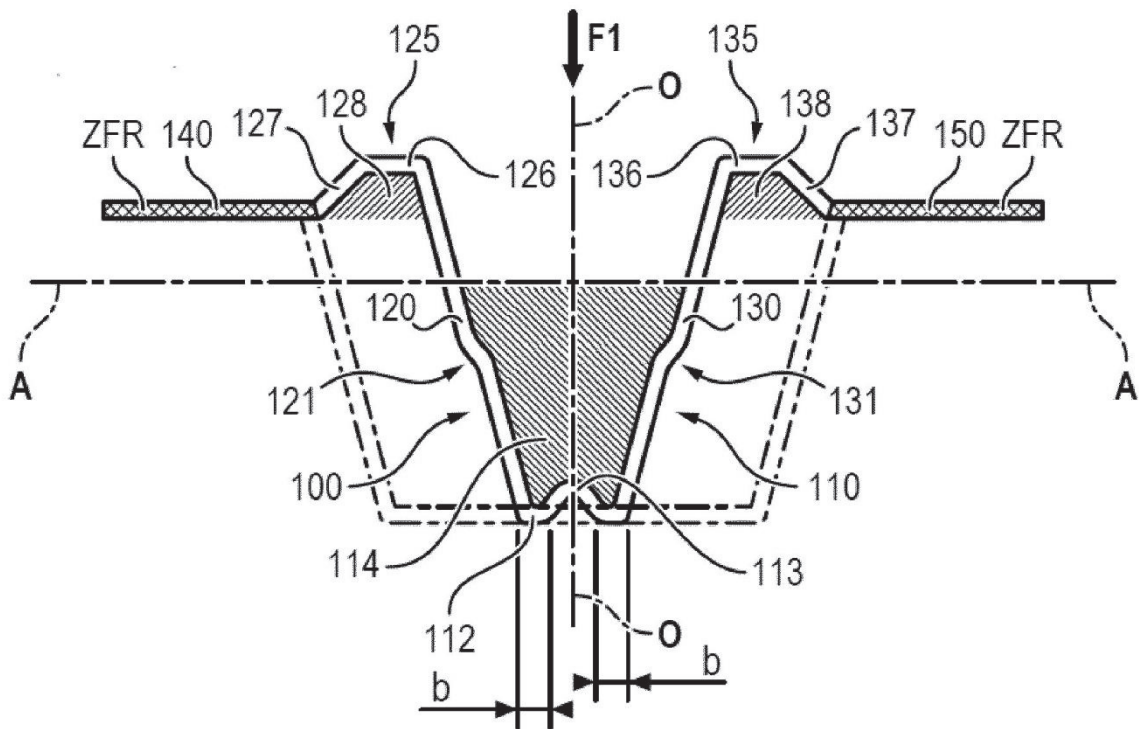


FIG. 3

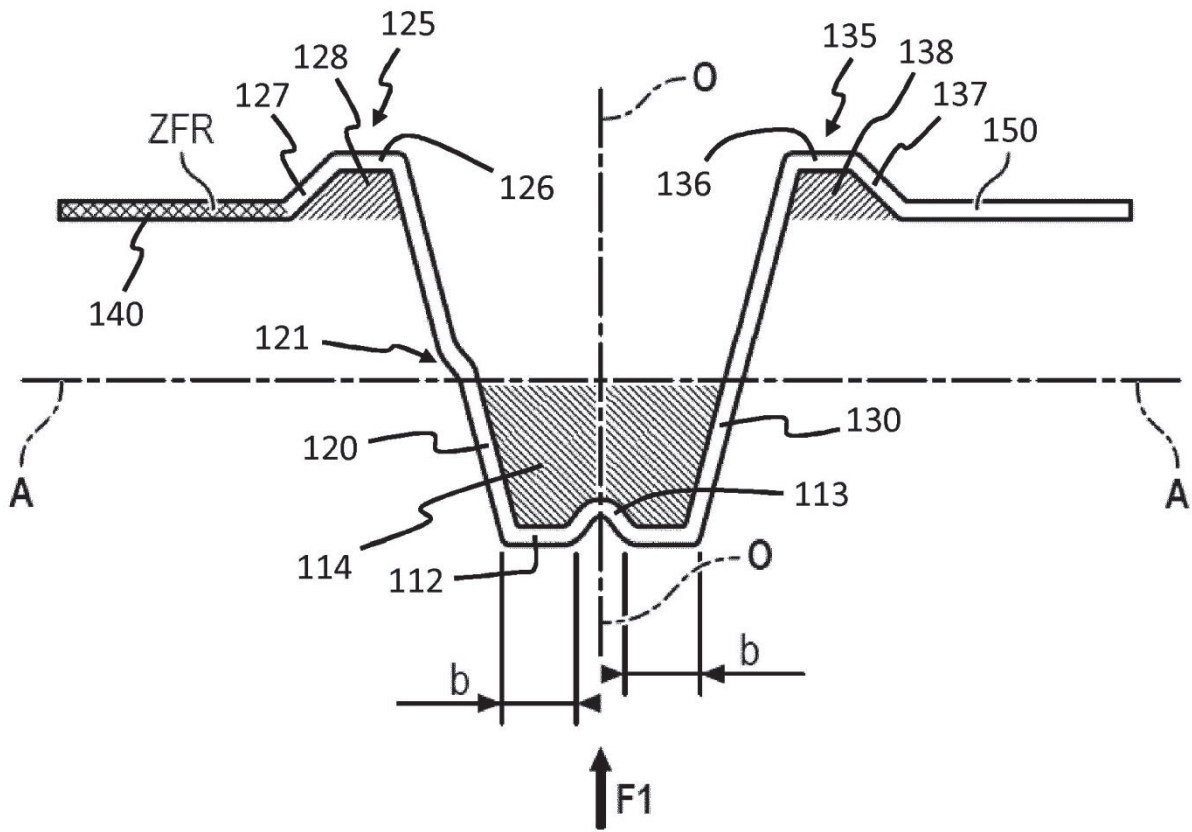
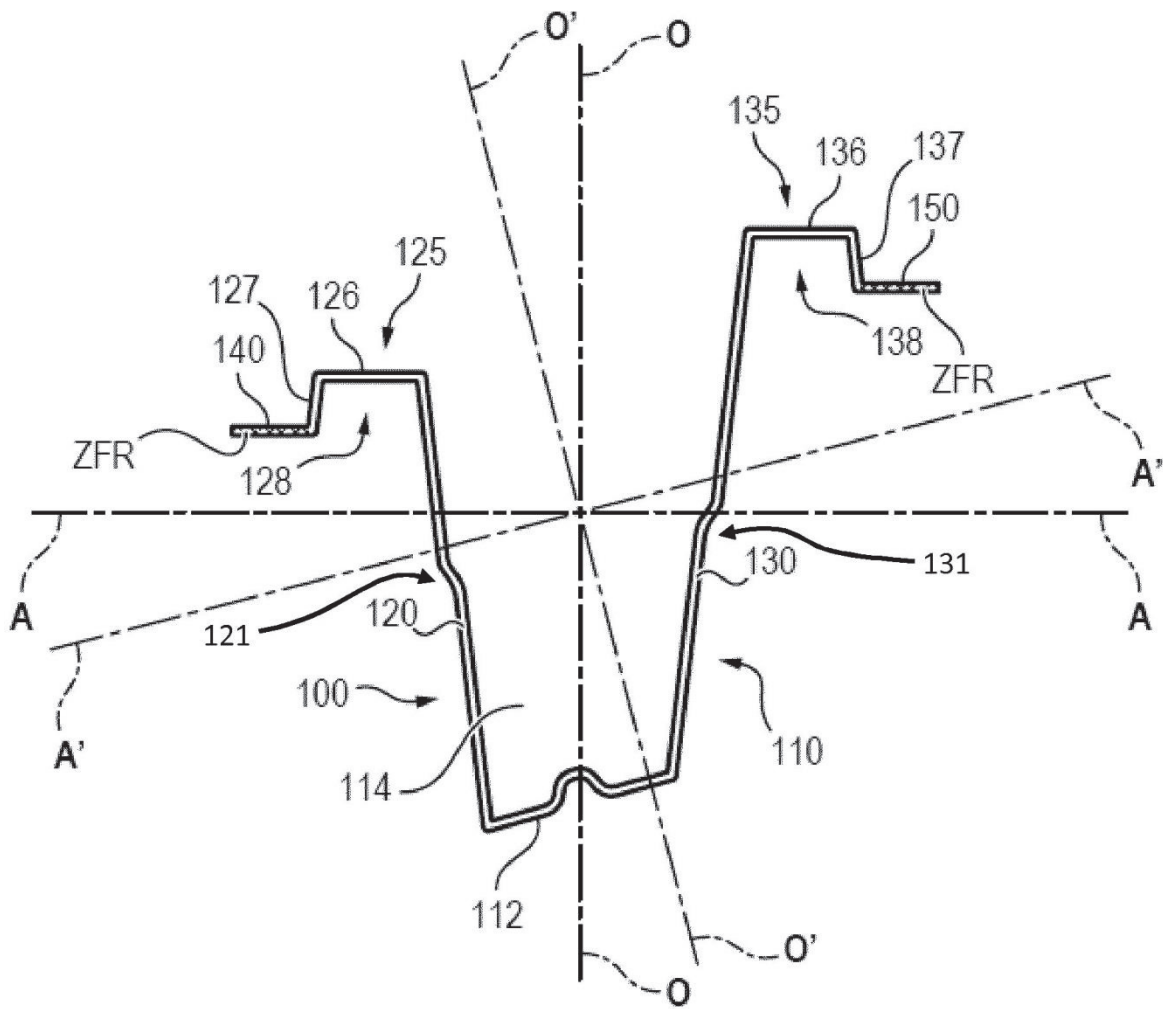


FIG. 4



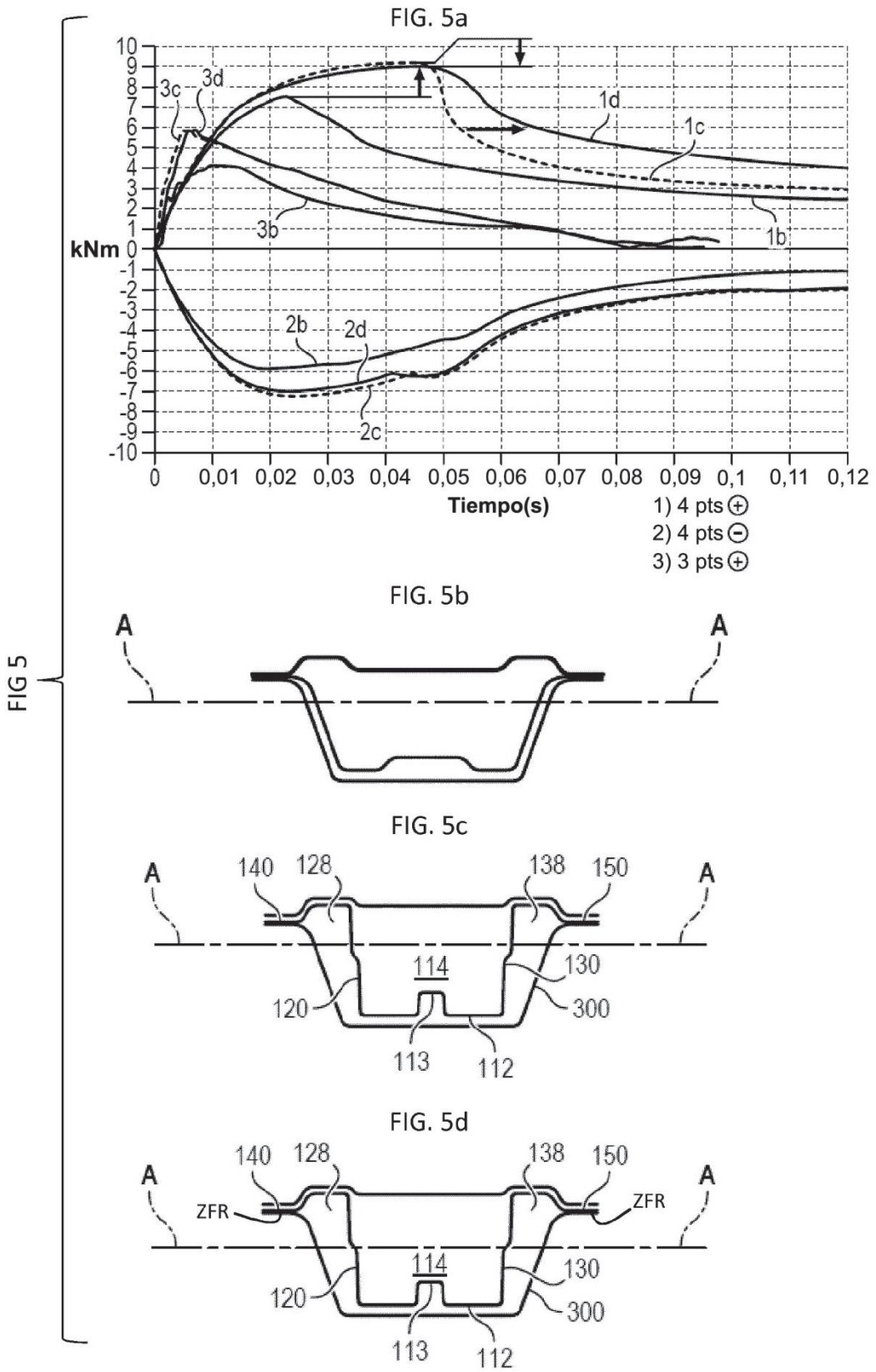


FIG. 6

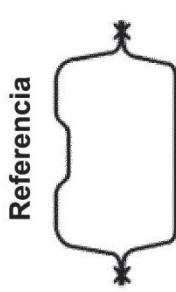
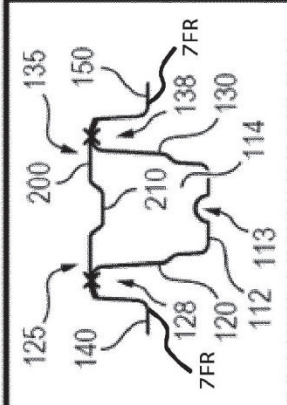
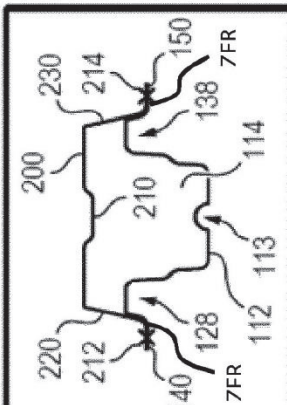
	 <p>Referencia</p>				
Momento (KNm) máx. bajo flexión 4 puntos		7,30		9,64	
Masa (kg)		2,41		1,92	
Ganancia en masa / Ref.		/		-17 %	-20 %

FIG. 7



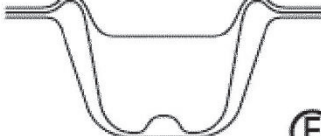



Sección	Masa	M máx.	Energía absorbida
 <p style="text-align: right;">(A)</p>	Base	Base	Base
 <p style="text-align: right;">(B)</p>	+ 4 %	+ 8 %	+ 13 %
 <p style="text-align: right;">(E)</p>	+ 5 %	+ 20 %	+ 10 %
 <p style="text-align: right;">(F)</p>	+ 5 %	+ 17 %	+ 20 %
 <p style="text-align: right;">(G)</p>	+ 6 %	+ 23 %	+ 28 %
 <p style="text-align: right;">(H)</p>	+ 6 %	+ 20 %	+ 52 %

FIG. 8

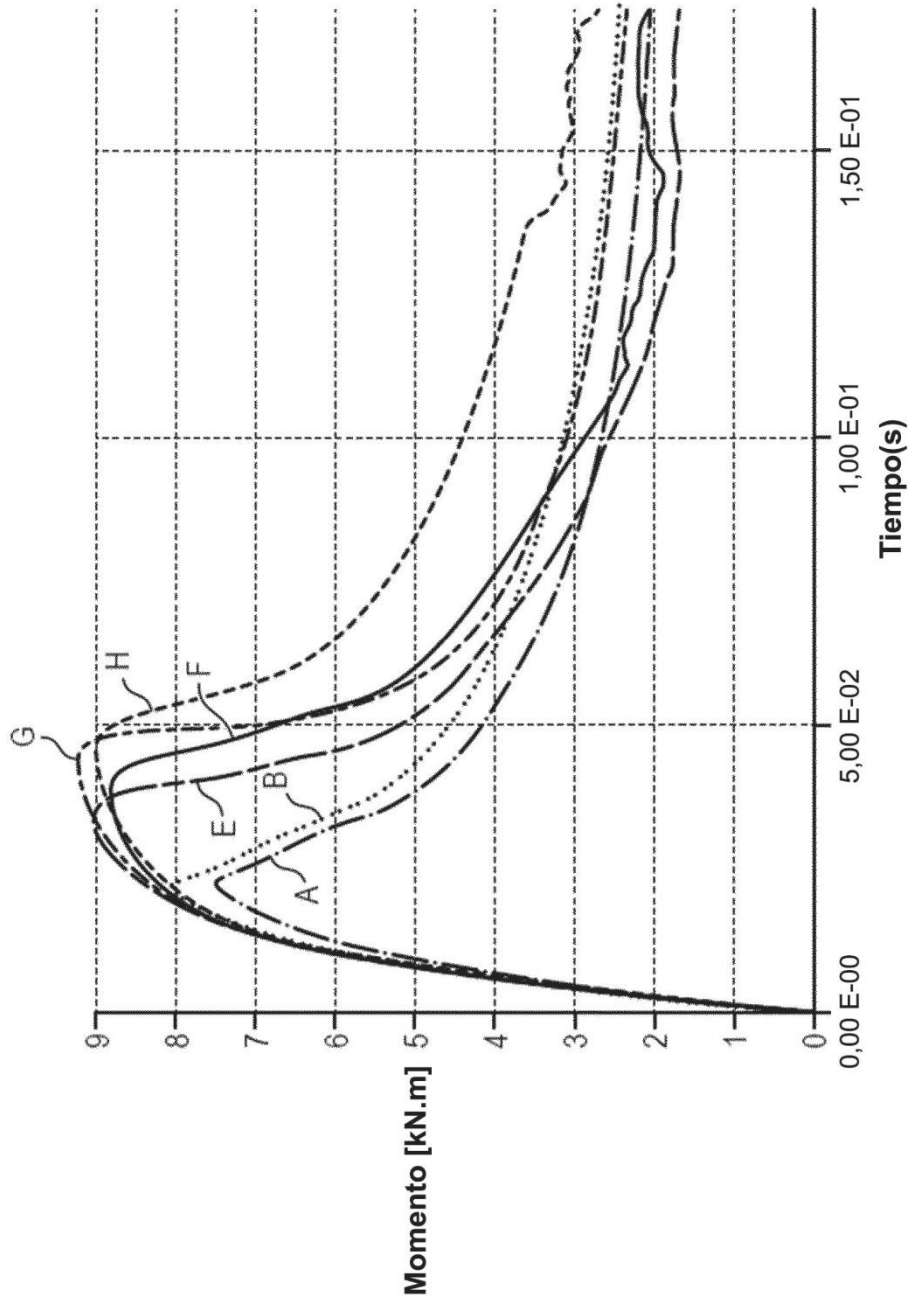


FIG. 9a

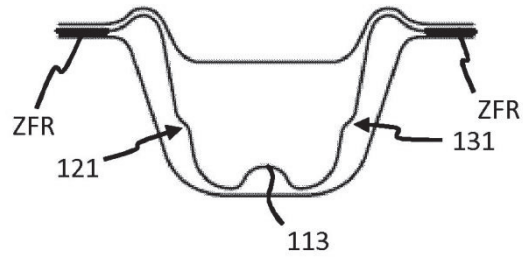


FIG. 9b

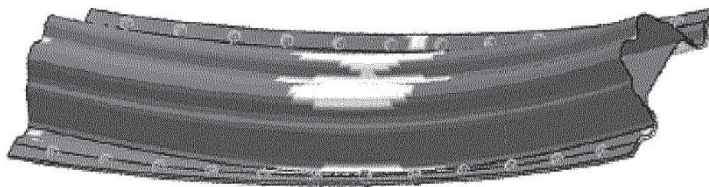


FIG. 9c

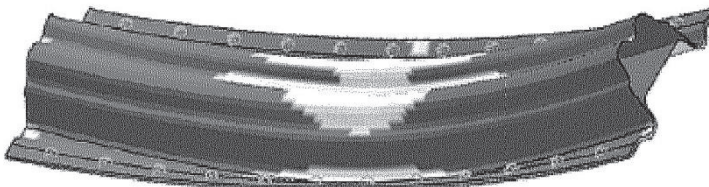
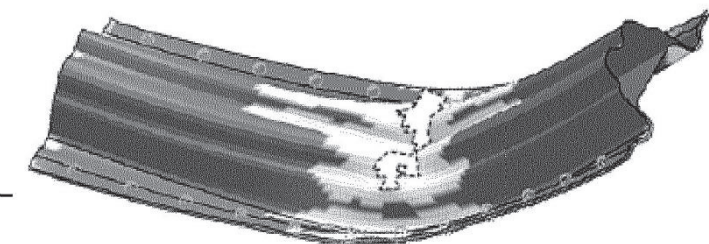


FIG. 9d



Escala de deformaciones plásticas

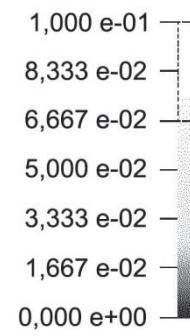


FIG 9

FIG. 10a

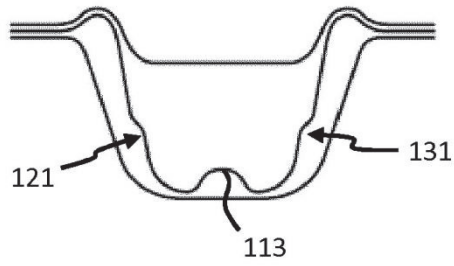


FIG. 10b

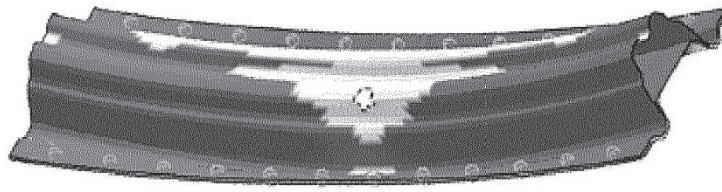


FIG. 10c

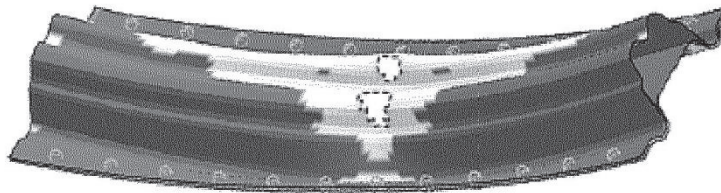
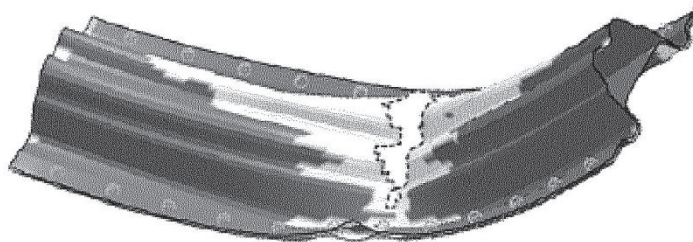


FIG. 10d



Escala de deformaciones plásticas

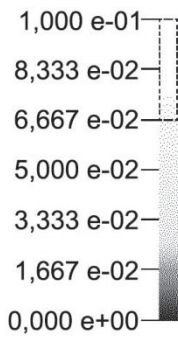


FIG. 10

FIG. 11a

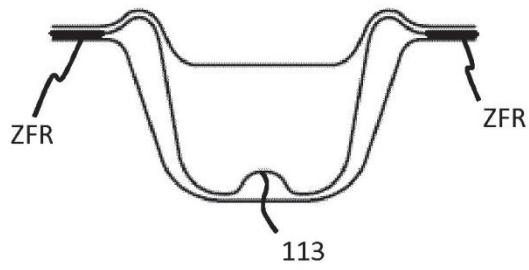
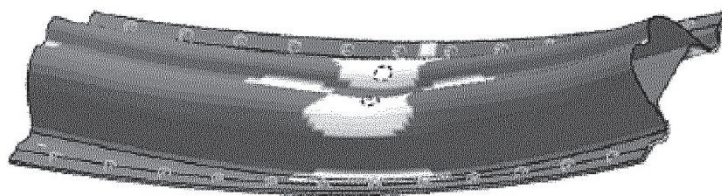


FIG. 11b



Escala de deformaciones plásticas

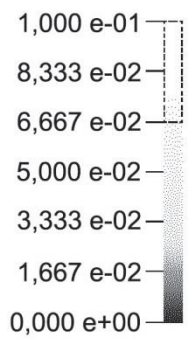


FIG. 11c

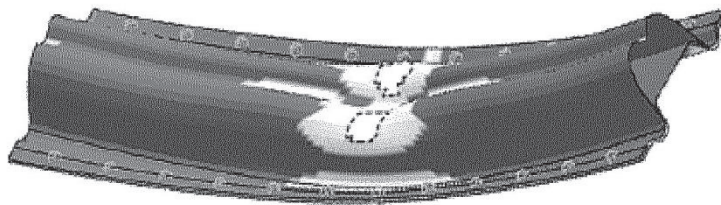


FIG. 11d

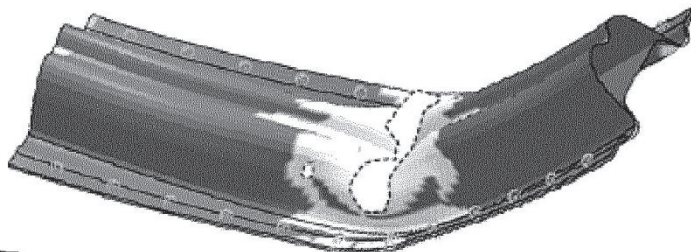


FIG. 11

FIG. 12a

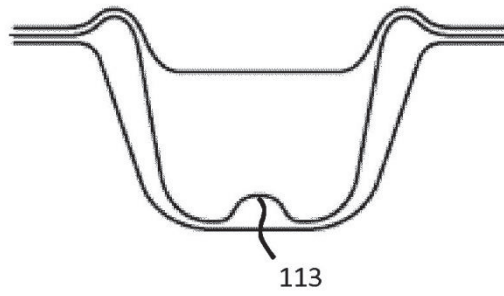


FIG. 12b

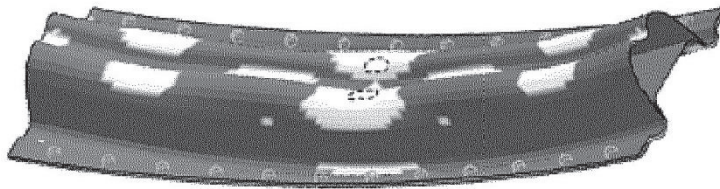


FIG. 12c

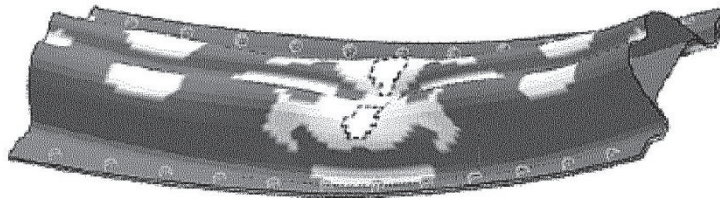
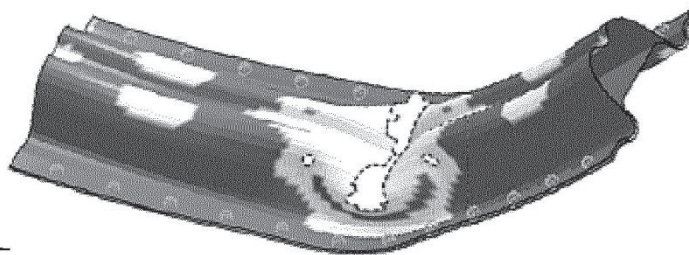


FIG. 12d



Escala de deformaciones plásticas

1,000 e-01

8,333 e-02

6,667 e-02

5,000 e-02

3,333 e-02

1,667 e-02

0,000 e+00

FIG. 12

FIG. 13

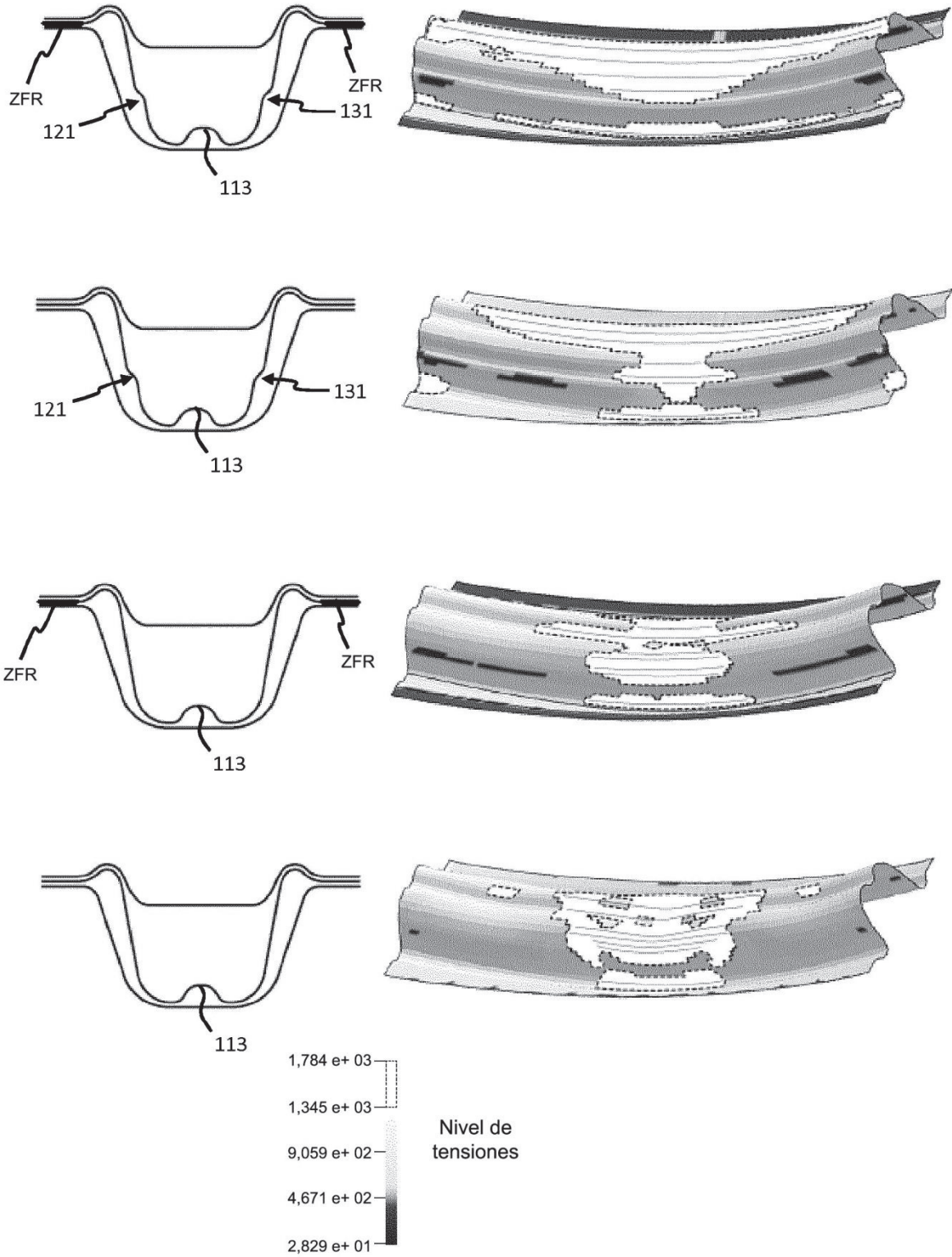








FIG. 14

Sección	Masa	M máx.	Energía absorbida
	Base	Base	Base
	+ 6 %	+ 23 %	+ 28 %
	+ 6 %	+ 20 %	+ 52 %
	+ 5,5 %	+ 19 %	+ 43 %
	+ 6 %	+ 22 %	+ 40 %
	+ 5,5 %	+ 21 %	+ 34 %