

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 242**

51 Int. Cl.:

**B60R 21/13** (2006.01)

**B62D 23/00** (2006.01)

**B62D 27/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.12.2019** **E 19383199 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2022** **EP 3842295**

54 Título: **Anillo de seguridad antivuelco para vehículos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.03.2023**

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN AZTERLAN (50.0%)**  
**Aliendalde Auzunea nº 6**  
**48200 Durango (Bizkaia), ES y**  
**IRIZAR S.COOP (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MURO, MAIDER;**  
**ARTOLA, GARIKOITZ;**  
**URCELAY, MIKEL y**  
**ETXEBESTE, JOXEAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 936 242 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

Anillo de seguridad antivuelco para vehículos

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al sector de los vehículos terrestres, y más particularmente, a mejoras estructurales en las superestructuras de vehículos que reducen significativamente los riesgos y daños para los pasajeros en accidentes de vuelco.

## 10 Antecedentes de la invención

En autobuses, la seguridad antivuelco es una preocupación de diseño importante para los fabricantes. En el presente documento, el término "autobús" puede referirse a cualquier tipo de autobús convencional, autocar, minibús y minibús autocar. A pesar de que los accidentes de vuelco son menos frecuentes que otros tipos de accidentes en autobuses, la gravedad y el daño potencial de los accidentes de vuelco ha dado lugar a una legislación específica tal como FMVSS 220 en los Estados Unidos de América y la ECE R66 en Europa. Esta normativa especifica las características que debe cumplir la superestructura del autobús para minimizar riesgos y daños. Como se utiliza en el presente documento, el término "superestructura" puede referirse a los elementos de la estructura del vehículo que confieren resistencia e integridad al vehículo en condiciones de accidente para preservar un espacio de supervivencia para los pasajeros.

El anillo de seguridad antivuelco es un elemento clave en estas superestructuras de autobús. Como se utiliza en el presente documento, la expresión "anillo de seguridad antivuelco" puede referirse a aquellos elementos estructurales de la superestructura del autobús que resisten las fuerzas generadas durante un accidente por vuelco del autobús intentando mantener la integridad de un espacio de supervivencia para los pasajeros. Este anillo de seguridad antivuelco se conoce también como Body-in-White en la industria automotriz. Estos elementos estructurales son arcos o nervaduras curvas estructurales que unen ambos lados del autobús a través de su techo definiendo el espacio de seguridad interior del autobús en el que viajan los ocupantes. Estos arcos o nervaduras curvas estructurales están por lo general conectados a la carrocería principal de la superestructura (la carrocería principal se refiere al resto de la superestructura de vehículo excluyendo el anillo de seguridad antivuelco) en los nudos de carrocería correspondientes. Como se utiliza en el presente documento, la expresión "nudo de carrocería" puede referirse a las juntas, por lo general soldadas, remachadas o atornilladas, de los elementos estructurales del anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura del autobús. La solución más habitual para la fabricación de estos arcos curvos estructurales es la utilización de elementos tubulares de sección cuadrada que se fijan mecánicamente, por ejemplo, soldados, a la carrocería principal de la superestructura, lo que aumenta significativamente el peso de la superestructura resultando en mayores consumos de combustible del autobús. Estas juntas entre los arcos y el resto de la superestructura se denominan por lo general nudos.

Como es bien sabido en el sector del transporte por carretera, el ahorro de peso es una de las principales preocupaciones de los fabricantes de vehículos. Los diseños automotrices han ahorrado una gran cantidad de peso mediante el uso de aceros de alta resistencia en las superestructuras de los vehículos, que permiten reducir el espesor de la chapa de acero Body-in-White sin sacrificar la resistencia al impacto. No obstante, los grados de acero y la tecnología de endurecimiento por presión empleada en vehículos ligeros, tales como coches o furgonetas, no son aplicables a los anillos de seguridad antivuelco de grandes vehículos, tales como autobuses, debido a limitaciones derivadas del proceso de fabricación de tubos, y de los procesos de flexión y soldadura de dichos arcos estructurales al resto de la superestructura. Entre estas limitaciones, los diseños endurecidos a presión requieren perfiles abiertos que tengan aproximadamente el doble de la anchura de los diseños de perfiles tubulares para una determinada resistencia a la flexión del anillo de seguridad y muestren una menor rigidez a la torsión.

Asimismo, las reducciones de espesor en las paredes del tubo aumentan la esbeltez, lo que puede conducir a fallas inducidas por pandeo en accidentes de vuelco, con cargas que son inferiores que el aumento de resistencia esperado obtenido utilizando aceros de mayor resistencia. Debido a las distribuciones de carga en los vuelcos, estas fallas inducidas por pandeo se localizan principalmente en los nudos de carrocería.

De forma adicional, otro tipo de vehículos, por ejemplo, vehículos agrícolas o de construcción que circulan normalmente por superficies irregulares, están sujetos a condiciones de trabajo que pueden implicar mayores índices de accidentes por vuelco. Por tanto, también pueden ser especialmente recomendables para estos vehículos superestructuras mejoradas que aseguren la integridad del espacio de seguridad para los pasajeros al mismo tiempo que su peso no aumente significativamente.

Por lo tanto, aún existe la necesidad en el estado de la técnica de una solución que permita una reducción en el peso de las superestructuras de los vehículos, en particular para los vehículos de transporte de viajeros por carretera, vehículos agrícolas y vehículos de construcción, entre otros, sin comprometer la seguridad estructural a los choques de los vehículos por medio de un anillo de seguridad antivuelco tubular de material de alta resistencia y el uso de nudos de carrocería retardadores del pandeo para unir el anillo de seguridad antivuelco al resto de la superestructura de vehículo.

El documento WO 2019/016624 A1 desvela un anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

## 5 Sumario de la invención

La presente invención supera los problemas antes mencionados al desvelar un anillo de seguridad antivuelco para vehículos, una superestructura de vehículo que incluye el anillo de seguridad antivuelco y los nudos de carrocería para acoplar mecánicamente el anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura de vehículo, un método para fabricar el anillo de seguridad antivuelco y un método para acoplar el anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura de vehículo. La solución descrita en el presente documento comprende un anillo de seguridad antivuelco fabricado con secciones de perfil tubular de acero de alta resistencia fabricadas con acero con una resistencia a la tracción superior a 1.000 MPa. El diseño del anillo de seguridad antivuelco desvelado en el presente documento y, por tanto, el diseño descrito de la superestructura de vehículo, permite cumplir con las curvas Fuerza-Deflexión de las pruebas de flexión indicadas en los reglamentos ECE R66 y FMVSS 220, respectivamente, con chapas de acero más finas y secciones más pequeñas que aquellas que se pueden lograr con materiales de menor resistencia. De forma adicional, los nudos de carrocería descritos en el presente documento que se utilizan para acoplar el anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura retardan la aparición de inestabilidades de pandeo y las desplazan hacia el techo del vehículo de tal forma que el espacio de supervivencia en el interior del vehículo se garantiza para coincidir con las normativas citadas anteriormente.

Un primer objeto de la presente invención está definido por las características de la reivindicación 1, que se refiere a un anillo de seguridad antivuelco para vehículos, por ejemplo, vehículos de transporte de viajeros por carretera (autobuses, autocares, minibuses, minibus autocares, etc.) y vehículos agrícolas o de construcción, entre otros. El anillo de seguridad antivuelco define un eje longitudinal (L), un eje vertical (V) y un eje transversal (T), siendo el eje vertical y transversal (V, T) ortogonales entre sí. El eje definido por el anillo de seguridad antivuelco puede corresponder al eje definido por el propio vehículo. El anillo de seguridad antivuelco comprende una pluralidad de arcos estructurales separados entre sí en el eje longitudinal (L), definiendo dichos arcos un espacio interior de seguridad del anillo de seguridad antivuelco, y por lo tanto, del vehículo. Este espacio interior de seguridad comprende al menos el espacio ocupado por los pasajeros u ocupantes del vehículo. Los arcos estructurales están formados por una pluralidad de secciones de perfil tubular de acero y pueden tener una forma de U sustancialmente invertida. En el presente documento, el término "tubular" cuando se refiere a las secciones de perfil tubular de acero del anillo de seguridad antivuelco no pretende limitar la forma de la sección transversal del perfil a una forma particular. En algunas realizaciones, las secciones de perfil tubular de acero pueden tener una sección transversal circular mientras que en algunas otras realizaciones, otras secciones transversales, tal como una sección transversal cuadrada, una sección transversal rectangular y una sección transversal en forma T, omega o C, entre otras, puede preferirse.

El acero de los perfiles tubulares de acero comprende una cantidad de carbono entre el 0,15 % y el 0,35 % en peso, una cantidad de boro inferior al 0,005 % en peso y un contenido de carbono equivalente, CE, que es inferior al 0,78 % en peso, calculándose el contenido de carbono equivalente mediante la fórmula:

$$CE = \%C + \frac{(\%Mn + \%Si)}{6} + \frac{(\%Cr + \%Mo)}{5}$$

donde %C es un porcentaje del contenido de carbono en peso, %Mn es un porcentaje del contenido de manganeso en peso, %Si es un porcentaje del contenido de silicio en peso, %Cr es un porcentaje del contenido de cromo en peso y %Mo es un porcentaje del contenido de molibdeno en peso del acero. Además, el espesor del perfil tubular de acero está entre 1 mm y 5 mm y la resistencia a la tracción del acero de las secciones de perfil tubular de acero es superior a 1.000 MPa. Esta solución proporciona un anillo de seguridad antivuelco más ligero cuyo diseño cumple con los requisitos de seguridad citados anteriormente. Más preferiblemente, la resistencia a la tracción del acero puede oscilar entre 1.200 y 1.500 MPa.

En algunas realizaciones, cada arco estructural comprende una pluralidad de perfiles tubulares de acero acoplados, por ejemplo, soldados, entre sí. Al menos una primera sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero se extiende sustancialmente en el eje vertical (V) y al menos una segunda sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero se extiende sustancialmente en el eje transversal (T).

En algunas realizaciones, las secciones de perfil tubular de acero tienen una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada. Esta sección transversal rectangular o cuadrada proporciona una mayor rigidez torsional a los perfiles tubulares de acero y facilita la fabricación y montaje de dichas secciones. No obstante, las secciones de perfil tubular de acero con sección transversal circular, en forma de C, en forma de omega, en forma de T o de cualquier otro tipo que tenga una resistencia a la tracción similar (superior a 1.000 MPa) pero con una rigidez diferente o similar se pueden utilizar.

En algunas realizaciones, el espesor de las secciones de perfil tubular de acero es inferior a 3 mm, la cantidad de

contenido de carbono en el acero está entre el 0,15 % y el 0,25 % en peso y el contenido de carbono equivalente del acero es inferior al 0,62 % en peso. Las características mencionadas en dichas realizaciones proporcionan una solución óptima en términos de soldabilidad y resistencia para las secciones de perfil tubular de acero.

- 5 En algunas realizaciones, el acero es un acero laminado en frío de grado 22MnB5 con un espesor entre 2 y 3 mm y con una composición en peso de 0,21-0,25 %C; 0,15-0,40 %Si; 1,10-1,35 %Mn; 0,10-0,25 %Cr y 0,0015-0,0040 %B. El uso del acero 22MnB5, que es un estándar de la industria, reduce costes y simplifica las operaciones logísticas puesto que el acero utilizado para los perfiles tubulares de acero no tiene que fabricarse expresamente. Aunque la adición de boro o molibdeno tiene un efecto similar en el acero en términos de templabilidad, puede preferirse el uso de boro (en lugar de Mo) ya que es más barato que el molibdeno. La combinación de las características mencionadas en dichas realizaciones proporciona una solución óptima en términos de templabilidad, soldabilidad y resistencia para las secciones de perfil tubular de acero.

- 15 En algunas realizaciones, el anillo de seguridad antivuelco comprende un revestimiento protector que cubre al menos parcialmente las secciones de perfil tubular de acero, teniendo el revestimiento protector un espesor inferior a 100 micrómetros. Por ejemplo, al menos el 95 % en peso del revestimiento protector puede estar hecho de una mezcla de aluminio, hierro y silicio, aunque se pueden utilizar también otros porcentajes del mismo u otras combinaciones de materiales. En algunas realizaciones, los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco pueden estar totalmente revestidos con el revestimiento protector. En algunas otras realizaciones, solo algunas partes de los arcos estructurales pueden revestirse con el revestimiento protector. Como alternativa, las secciones de perfil tubular de acero pueden estar sin revestir. El revestimiento protege al acero de la descarburación y evita la aparición de incrustaciones de óxido cuando las secciones de perfil tubular de acero se endurecen mediante el uso de un horno de gas para su austenización.

- 25 En algunas realizaciones, las secciones de perfil tubular de acero son secciones de perfil tubular de acero laminado en frío o secciones de perfil tubular de acero laminado en caliente. Los procesos de laminación en frío permiten obtener espesores más finos y tolerancias más estrechas en el espesor de la chapa. Por tanto, el peso y las tolerancias dimensionales de las secciones de perfil tubular de acero laminado en frío se pueden ajustar mejor.

- 30 En algunas realizaciones, las secciones de perfil tubular de acero son secciones de perfil tubular de acero laminado en frío con un espesor inferior a 3 mm, con un contenido de carbono entre el 0,15 % y el 0,25 % en peso y un contenido de carbono equivalente inferior al 0,62 % en peso.

- 35 Un segundo objeto de la presente invención es una superestructura de vehículo que comprende un cuerpo principal, el anillo de seguridad antivuelco descrito en cualquiera de los párrafos anteriores y los nudos de carrocería que acoplan los extremos inferiores de los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura. Preferiblemente, los extremos inferiores de los arcos estructurales pueden acoplarse a la superficie exterior de la carrocería principal para maximizar el espacio de seguridad definido por la carrocería principal y el anillo de seguridad antivuelco, es decir, por toda la superestructura de vehículo. Al menos los extremos inferiores de los arcos estructurales pueden tener una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada que defina una superficie exterior delantera, una superficie exterior trasera y dos superficies exteriores laterales de los extremos inferiores. En otras palabras, solo la porción inferior de la sección de perfil tubular de acero inferior que se va a acoplar a la carrocería principal de la superestructura puede presentar una sección sustancialmente rectangular o cuadrada, mientras que el resto de los arcos estructurales pueden presentar una sección igual o diferente. Como alternativa, los extremos inferiores pueden presentar una sección transversal diferente, tal como una sección transversal en forma de T, siempre que el acero con el que se hayan fabricado dichas secciones de perfil tubular de acero presente una resistencia a la tracción superior a 1.000 MPa. Los extremos inferiores que tienen una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada facilitan el acoplamiento del anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal mediante los nudos de carrocería.

- 50 Cada uno de los nudos de carrocería de la superestructura de vehículo comprende un elemento separador unido a la superficie exterior trasera del extremo inferior y a la carrocería principal. En particular, el elemento separador puede estar soldado a al menos un elemento estructural de la carrocería principal tal como un tubo, panel, elemento de refuerzo, etc. Por lo tanto, los extremos inferiores de los arcos estructurales se acoplan a la carrocería principal de la superestructura mediante la interposición de los elementos separadores respectivos. Estos elementos separadores pueden ser chapas rectangulares soldadas al extremo inferior respectivo y a la carrocería principal. El elemento separador evita la soldadura directa del extremo inferior a la carrocería principal. La temperatura alcanzada en el inferior durante su soldadura directa a la carrocería principal puede debilitar la estructura del extremo inferior citado. Por el contrario, la soldadura en dos pasos del elemento separador al extremo inferior y a la carrocería principal no afecta significativamente la integridad estructural de los extremos inferiores, asegurando que el acero de dichos extremos inferiores presente una resistencia a la tracción superior a 1.000 MPa.

- 65 Cada uno de los nudos de carrocería de la superestructura de vehículo comprende además un elemento de soporte que se fija al menos a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior, al elemento separador y a la carrocería principal. Estos elementos de soporte pueden tener una longitud que corresponda sustancialmente a la suma de la anchura de la superficie exterior lateral y a la anchura del elemento separador. Los elementos de soporte

pueden ser piezas rectangulares de metal soldadas a las superficies laterales exteriores respectivas de los extremos inferiores y también al elemento separador y a la carrocería principal, en particular al mismo elemento estructural de la carrocería principal que se acopla el elemento separador. Como alternativa, los elementos de soporte pueden ser elementos de nervadura o pueden tener cualquier otra geometría y forma.

5 Adicionalmente, cada nudo de carrocería comprende un elemento de refuerzo fijado al menos a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior y al elemento de soporte respectivo, más particularmente a una superficie superior o borde del elemento de soporte. Los elementos de refuerzo pueden ser piezas rectangulares de metal soldadas a las superficies laterales exteriores respectivas de los extremos inferiores y también a la superficie superior o borde de los elementos de soporte correspondientes. Estos elementos de refuerzo aumentan el espesor de las paredes del perfil tubular de acero sobre el que se acoplan. Este aumento de espesor reduce la aparición de inestabilidades de pandeo en estas partes reforzadas de los extremos inferiores, desplazando dichas inestabilidades hacia el techo del vehículo de tal forma que se asegure el espacio de supervivencia en el interior del vehículo para coincidir con las normativas citadas anteriormente. Además, al menos una parte de las cargas de pandeo absorbidas por los elementos de refuerzo se transmiten a la carrocería principal a través de los elementos de soporte.

Este retardo del pandeo se consigue gracias a la modificación de la esbeltez y redistribución de tensiones que se produce por la presencia de los elementos rigidizadores en a lo largo de la longitud recorrida por los elementos rigidizadores.

En algunas realizaciones, los elementos de refuerzo pueden colocarse centrados en las superficies exteriores laterales respectivas del extremo inferior y en correspondencia con el eje longitudinal del extremo inferior.

El elemento separador, los elementos de refuerzo y los elementos de soporte pueden estar hechos de cualquier acero al carbono soldable que tenga una resistencia igual o superior a S235JR. El espesor de los elementos de soporte puede ser igual o superior al espesor de la chapa de acero de los perfiles tubulares de acero.

Un tercer aspecto de la invención se define por las características de la reivindicación 11, que se refiere a un método de fabricación del anillo de seguridad antivuelco como se ha descrito en cualquiera de los párrafos anteriores. El método comprende fabricar la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero. Para fabricar cada sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero, el paso de fabricación, comprende, a su vez: conformar en frío una tira de chapa de acero formando un perfil de acero con una forma tubular. A continuación, la tira conformada se suelda longitudinalmente para cerrar la sección del perfil tubular de acero y la sección del perfil tubular de acero se endurece mediante austenización y templado. El método comprende además acoplar la pluralidad de las secciones de perfil tubular de acero entre sí, preferiblemente por soldadura, formando sus secciones transversales los arcos estructurales respectivos del anillo de seguridad antivuelco.

En algunas realizaciones, el método comprende flexionar al menos algunas de las secciones de perfil tubular de acero para adaptarse a la forma del arco estructural particular. En particular, aquellas secciones de perfil tubular de acero correspondientes a las partes curvas de los arcos estructurales, por ejemplo, la sección del techo de un autobús, pueden flexionarse por cualquier proceso mecánico conocido.

En algunas realizaciones, el método comprende enderezar en frío o en caliente las secciones de perfil tubular de acero para compensar las deformaciones por endurecimiento.

En algunas realizaciones, una sección de perfil tubular de acero de 40x60x2 (anchura de sección x longitud de sección x espesor de chapa) mm fabricada en 22MnB5 revestida con un revestimiento AlSi se endurece por austenización en un horno de gas a una temperatura entre 840 °C y 980 °C y se temple en agua a una velocidad de enfriamiento superior a 10 °C/s. A continuación, se puede aplicar un paso posterior de dimensionamiento en frío a las secciones de perfil tubular de acero templadas, si es necesario. El endurecimiento a baja temperatura (menos de 840 °C) puede dar como resultado endurecimientos incompletos y el endurecimiento a alta temperatura (superior a 980 °C) puede generar deformaciones difíciles de corregir.

En algunas otras realizaciones, una sección de perfil tubular de acero flexionada en frío de 40x60x2,5 mm fabricada en acero 22MnB5 sin revestimiento es austenizada por calentamiento por inducción y templada por un chorro de enfriamiento de mezcla de polímero y agua. En tales realizaciones, no se aplica un paso posterior de dimensionamiento en frío a las secciones de perfil tubular de acero templado.

En algunas otras realizaciones, una sección de perfil tubular de acero flexionada en frío de 40x60x2,5 mm fabricada en acero 22MnB5 sin revestimiento es austenizada por calentamiento por conducción y templada por un chorro de enfriamiento de mezcla de polímero y agua. En tales realizaciones, no se aplica un paso posterior de dimensionamiento en frío a las secciones de perfil tubular de acero templado.

En algunas realizaciones, se ensamblan al menos dos secciones de perfil tubular de acero, preferiblemente por soldadura, en paralelo entre sí para formar un paquete de secciones de perfil tubular de acero. En otras palabras, un paquete de secciones de perfil tubular de acero, que comprende por lo general dos secciones, puede crearse soldando

dichas secciones de perfil tubular de acero de lado a lado. Este ensamblaje se puede realizar en cualquier paso del proceso de fabricación, pero preferentemente se realiza antes de la flexión en frío de los perfiles tubulares de acero, en caso de que se realice este paso. El paquete de secciones de perfiles tubulares de acero puede austenizarse preferiblemente para su endurecimiento mediante calentamiento por conducción u horno de gas. Los arcos estructurales resultantes formados por los paquetes de tubos se ubican por lo general en ambos extremos del anillo de seguridad antivuelco, es decir, al principio y al final de la superestructura de vehículo.

En algunas realizaciones, dos tubos flexionados en frío de 40x60x2 mm fabricados en 22MnB5 revestidos con un revestimiento de AlSi, se sueldan en paralelo entre sí acoplando el lado de 60 mm para formar un paquete de tubos de 80x40 mm, se flexiona en frío en la forma deseada y se endurece mediante austenización en un horno de gas a una temperatura entre 850 °C y 980 °C y se temple en agua a una velocidad de enfriamiento superior a 10 °C/s sin un posterior dimensionamiento en frío.

En cualquier caso, los pasos del método de fabricación del anillo de seguridad antivuelco podrán realizarse en un orden diferente al descrito en los párrafos anteriores, obteniendo las mismas secciones de perfiles tubulares de acero y arcos estructurales.

Un cuarto objeto de la presente invención está definido por las características de la reivindicación 15, que se refiere a un método de acoplar un anillo de seguridad antivuelco, como se ha descrito anteriormente, a la carrocería principal de la superestructura de un vehículo, por ejemplo, una superestructura de autobús. Si bien los arcos estructurales pueden tener cualquier sección capaz de proporcionar una resistencia a la tracción superior a 1.000 MPa (independientemente de la rigidez proporcionada), al menos los extremos inferiores de los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco pueden tener una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada. Esta geometría particular proporciona una mayor resistencia, rigidez y facilita su proceso de fabricación y acoplamiento. Esta sección transversal rectangular o cuadrada define una superficie exterior delantera, una superficie exterior trasera y dos superficies exteriores laterales de las porciones inferiores. El método comprende acoplar un elemento separador a la superficie exterior trasera del extremo inferior, acoplar un elemento de refuerzo respectivo a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior, acoplar el elemento separador a la carrocería principal y acoplar un elemento de soporte respectivo a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior, a un borde inferior del elemento de refuerzo correspondiente, al elemento separador y a la carrocería principal.

El acoplamiento de los elementos de refuerzo, el elemento separador y los elementos de soporte a la sección de perfil tubular de acero y a la carrocería principal, respectivamente, crea los nudos de carrocería entre los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco y la carrocería principal, creando, a su vez, la superestructura del vehículo.

Aunque los pasos del método de acoplar el anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal se han descrito con un orden particular, dichos pasos podrán realizarse en un orden diferente al descrito en los párrafos anteriores, obteniendo los mismos nudos de carrocería.

Los elementos de refuerzo pueden remacharse, fijarse o soldarse a las paredes exteriores laterales de los extremos inferiores de tal forma que estos elementos de refuerzo compartan las cargas generadas en el nudo de carrocería en el caso de un accidente por vuelco. Este reparto de las cargas en los nudos de carrocería evita que se produzca el colapso por pandeo en las juntas entre el anillo de seguridad antivuelco y la carrocería principal y reduce la probabilidad de que dicho colapso se produzca en la longitud cubierta por el rigidizador bajo pruebas de flexión de acuerdo con las normativas ECE R66 y FMVSS 220.

La anchura del elemento separador puede corresponder sustancialmente a la anchura de la sección de la superficie exterior trasera del extremo inferior sobre el que se suelda, de tal forma que los cordones de soldadura para acoplar el elemento separador al extremo inferior puedan realizarse en las esquinas entre la superficie exterior trasera y las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior (y en correspondencia con los bordes laterales de los elementos separadores). Estos cordones de soldadura proporcionan suficiente resistencia a la junta reduciendo los efectos sobre la integridad del arco estructural. En particular, las superficies del extremo inferior (superficies exteriores delantera y trasera) correspondientes a las superficies planas que soportan el esfuerzo máximo de tracción y compresión de la sección de perfil tubular de acero bajo pruebas de flexión de acuerdo con las normativas ECE R66 y FMVSS 220 pueden estar libres de cordones de soldadura.

En algunas realizaciones, la sección transversal del extremo inferior de los arcos estructurales es rectangular y todo el acoplamiento en los nudos de carrocería cuerpo se realizan por soldadura. Además, Los elementos de refuerzo podrán ser dos chapas cuadradas o rectangulares soldadas a las superficies exteriores laterales de los extremos inferiores y situadas en correspondencia con la posición del eje neutro (equivalente al eje longitudinal del extremo inferior del arco estructural) de la flexión que se encuentra para las pruebas de flexión de acuerdo con las normativas ECE R66 y FMVSS 220.

En una realización particular, un anillo de seguridad antivuelco fabricado de secciones de perfil tubular de acero endurecidas 22MnB5 de dimensiones nominales 40x60x2 mm se une en un nudo de carrocería cuyos elementos rigidizadores son dos parches de acero al carbono de dimensiones 50x60x3 (anchura x longitud x espesor) que se

suelde en el lado de 40 mm de la sección de perfil tubular de acero endurecido. La sección de perfil tubular de acero está soldada a tres elementos de nudo: un elemento separador de acero que está soldado a la sección de perfil tubular de acero y a la carrocería principal y dos partes de soporte de acero que están soldadas a la sección de perfil tubular de acero, al elemento rigidizador respectivo y a la carrocería principal.

La principal ventaja de la presente invención es la posibilidad de emplear anillos de seguridad antivuelco más ligeros que ocupan menos espacio en la superestructura sin sacrificar los requisitos de seguridad exigidos por la normativa ECE R66 o FMVSS 220.

## Breve descripción de los dibujos

Con el fin de ayudar a la comprensión de las características de la invención, de acuerdo con una realización práctica preferida del mismo y para complementar esta descripción, se adjuntan las siguientes Figuras como parte integral de la misma, con un carácter ilustrativo y no limitativo:

La Figura 1 muestra una vista esquemática de los elementos que forman la superestructura de un vehículo, en particular, el anillo de seguridad antivuelco y la carrocería principal, de acuerdo con una realización particular de la invención.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de parte de la superestructura de la Figura 1, ilustrando el problema de pandeo que surge del aumento de la esbeltez debido al uso de acero de mayor resistencia con menor espesor. La Figura 3 muestra un diagrama de flujo del método de fabricar un anillo de seguridad antivuelco, de acuerdo con una realización particular de la invención.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo del método de acoplar un anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura de vehículo, de acuerdo con una realización particular de la invención.

La Figura 5 muestra una vista en despiece de un nudo de carrocería, de acuerdo con una realización particular de la invención.

La Figura 6 muestra una vista en perspectiva del nudo de carrocería de acuerdo con la Figura 5.

## Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra una vista esquemática de los elementos que forman la superestructura 100 de un vehículo, por ejemplo, un autobús. La superestructura 100 comprende un anillo de seguridad antivuelco 110 formado por tres arcos estructurales 120 acoplados a la carrocería principal 130 mediante nudos 140 de la carrocería respectivos. Debe entenderse que la superestructura de la Figura 1 puede incluir componentes adicionales y que algunos de los componentes descritos en el presente documento pueden eliminarse y/o modificarse sin apartarse del alcance de la superestructura 100 descrita. Adicionalmente, la implementación de la superestructura 100 no se limita a tal realización.

El anillo de seguridad antivuelco 110 que se muestra en la Figura 1 está formado por tres arcos estructurales 120 equidistantes entre sí en el eje longitudinal (L). Estos tres arcos estructurales 120 tienen primeras porciones 160 (que definen las paredes laterales del vehículo) ubicadas a ambos lados de la superestructura 100 y que se extienden sustancialmente en el eje vertical (V), una segunda porción 170 (que define el techo del vehículo) que se extiende sustancialmente en el eje transversal (T) y porciones de transición 180 respectivas que unen los extremos superiores de las primeras porciones 160 con la segunda porción 170. Si bien las primeras porciones 160 y la segunda porción 170 son sustancialmente rectas, las porciones de transición 180 pueden ser rectas o curvas. Cada una de estas porciones 160, 170, 180 puede estar formada por una única sección de perfil tubular de acero o estar formada por una pluralidad de secciones de perfil tubular de acero soldadas entre sí. El número de secciones de perfil tubular de acero que forman los arcos estructurales 120 dependerá de las dimensiones del anillo de seguridad antivuelco 110 que se va a instalar en el vehículo.

Cada arco estructural 120 está acoplado a la carrocería principal 130 por dos nudos 140 de la carrocería ubicados en correspondencia con cada uno de los extremos inferiores de las primeras porciones 160 de los arcos estructurales 120 y en correspondencia con elementos estructurales superiores de la carrocería principal 130 a los que se acoplan los extremos inferiores de los arcos estructurales 120. De forma adicional, los arcos estructurales 120 pueden estar acoplados entre sí mediante nervaduras de refuerzo 190 que se extienden en el eje longitudinal (L) que unen las porciones de transición 180 o las segundas porciones 170 de los arcos estructurales 120 respectivos.

El anillo de seguridad antivuelco 110 y la carrocería principal 130 determinan el espacio interior de seguridad 150 para los pasajeros del autobús.

Si bien la Figura 1 muestra un anillo de seguridad antivuelco que comprende tres arcos estructurales que tienen una geometría particular, el anillo de seguridad antivuelco puede comprender un número diferente de arcos estructurales con una geometría diferente. Similarmente, si bien la carrocería principal de la superestructura que se muestra en la Figura 1 presenta una geometría y número de elementos estructurales particular, la carrocería principal puede tener un número diferente de elementos estructurales con una disposición espacial diferente.

La Figura 2 muestra una vista de parte de la superestructura 200 de la Figura 1, ilustrando el problema de pandeo que surge del aumento de la esbeltez debido al uso de acero de mayor resistencia con menor espesor. Esta superestructura 200 está formada por la carrocería principal 230, los arcos estructurales 210 del anillo de seguridad antivuelco y las juntas 220 de la carrocería que acoplan los arcos estructurales 210 a la carrocería principal 230.

En el arco estructural 210 que se muestra en la Figura 2, se aplica una carga de flexión 240 hacia el interior. Esta carga de flexión simula las fuerzas que soporta la seguridad antivuelco en un accidente por vuelco. Por tanto, dicha Figura 2 ilustra la configuración de la prueba de flexión ECE R66, y simula un tipo de escenario de carga de flexión en el que se aplican esfuerzos de tracción en la mitad del tubo y esfuerzos de compresión en la opuesta.

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo del método 300 de fabricar un anillo de seguridad antivuelco, de acuerdo con una realización particular de la invención. El método comprende fabricar 300A la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero y acoplar 300B la pluralidad de las secciones de perfil tubular de acero entre sí, preferiblemente por soldadura, formando sus secciones transversales los arcos estructurales respectivos del anillo de seguridad antivuelco.

El paso 300A comprende un número de subetapas para fabricar cada sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero. En la subetapa 301 del paso 300A del método 300, una tira de chapa de acero se conforma en frío formando una sección de perfil tubular de acero con una sección transversal sustancialmente circular. A continuación, en la subetapa 302 del método 300, la tira conformada se suelda longitudinalmente para cerrar la sección de perfil de acero. En la subetapa 303 del método 300, la tira soldada se calibra para conformar la sección del perfil tubular de acero con una sección transversal rectangular. Como alternativa, la subetapa de conformación en frío 301 puede adaptarse para conformar directamente la sección de perfil tubular de acero con una sección transversal rectangular evitando la subetapa 303. A continuación, en la subetapa 304 del método 300, se determina si la sección de perfil tubular de acero obtenida va a formar parte de uno de los arcos estructurales reforzados (arcos normalmente situados en la parte delantera y trasera del vehículo) formados por más de un arco soldado en paralelo. Si la sección de perfil tubular de acero va a formar parte de uno de estos arcos reforzados, después dicha sección de perfil tubular de acero se suelda 305 (soldadura recta) a lo largo de su eje longitudinal hasta al menos otra sección de perfil tubular de acero para formar un paquete de secciones de perfil tubular de acero. A continuación, en la subetapa 306 del método 300, ya sea la sección de perfil tubular de acero individual o los paquetes de secciones de perfil tubular de acero que deben ubicarse en las áreas curvas de los arcos estructurales se flexionan mecánicamente. Como alternativa, las secciones individuales del perfil tubular de acero se pueden flexionar primero y después, soldarse a lo largo de su eje longitudinal hasta al menos otra sección de perfil tubular de acero para formar un paquete de secciones de perfil tubular de acero. Después de esto, en la subetapa 307 del método 300, las secciones de perfil tubular de acero o los paquetes de secciones de perfil tubular de acero se endurecen mediante austenización y templado.

A continuación, en la subetapa 308 del método, se comprueba si las secciones de perfil tubular de acero resultantes y los paquetes de secciones de perfil tubular de acero presentan alguna desviación dimensional. Si es así, se realiza una subetapa de enderezado 309 sobre las secciones que se van a corregir.

Antes se acoplar, en el paso 300B del método 300, la pluralidad de las secciones de perfil tubular de acero entre sí, preferiblemente por soldadura, por sus secciones transversales, la sección de perfil tubular de acero (o el paquete respectivo) correspondiente al extremo inferior del arco estructural podrá acoplarse a la carrocería principal mediante el nudo de carrocería correspondiente. A continuación, el resto de las secciones de perfil tubular de acero o paquetes se acoplan a la sección de perfil tubular ya ensamblada para crear el arco estructural. Esto facilita el proceso para acoplar el anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo del método 400 de acoplar un anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura de vehículo, de acuerdo con una realización particular de la invención.

Si bien los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco pueden tener cualquier sección capaz de proporcionar una resistencia a la tracción superior a 1.000 MPa (independientemente de la rigidez proporcionada), al menos los extremos inferiores de los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco pueden tener una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada. Esta geometría particular proporciona una mayor resistencia, rigidez y facilita su proceso de fabricación y acoplamiento. Esta sección transversal rectangular o cuadrada define una superficie exterior delantera, una superficie exterior trasera y dos superficies exteriores laterales de las porciones inferiores.

En el paso 401 del método 400, se acopla un elemento separador, por ejemplo, soldado, a la superficie exterior trasera del extremo inferior del arco estructural. En el paso 402 del método 400, se acopla un elemento de refuerzo respectivo, por ejemplo, soldado o remachado, a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior. En el paso 403 del método 400, se acopla el elemento separador, por ejemplo, soldado a la carrocería principal. En el paso 404 del método 400, se acopla un elemento de soporte respectivo, por ejemplo, soldado, a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior, a un borde inferior del elemento de refuerzo correspondiente, al elemento separador y a la carrocería principal.

La Figura 5 muestra una vista en despiece de un nudo de carrocería 500 de acuerdo con una realización particular de

la invención. Debe entenderse que el nudo de carrocería 500 de la Figura 5 puede incluir componentes adicionales y que algunos de los componentes descritos en el presente documento pueden eliminarse y/o modificarse sin apartarse del alcance del nudo de carrocería 500 descrito. Adicionalmente, la implementación del nudo de carrocería 500 no se limita a dicha realización.

El nudo de carrocería 500 acopla el extremo inferior de un arco estructural 510 del anillo de seguridad antivuelco a la carrocería principal de la superestructura de vehículo. El extremo inferior de dicho arco estructural 510 está acoplado a uno de los elementos estructurales 520, en particular a un tubo estructural horizontal, de la carrocería principal de la superestructura por interposición del elemento separador 540. La sección transversal rectangular del extremo inferior del arco estructural define una superficie exterior delantera 510a, una superficie exterior trasera 510b y dos superficies exteriores laterales 510c-d. Aunque la Figura 5 muestra al elemento separador 540 siendo una pieza sustancialmente rectangular cuya altura corresponde a la anchura del tubo estructural 520, la altura del elemento separador 540 puede ser diferente. Por ejemplo, el elemento separador 540 puede tener una altura y una anchura inferior a la anchura del tubo estructural 520. El elemento separador 540 está acoplado a la superficie exterior trasera 510b de la porción inferior mediante al menos cordones de soldadura ubicados en correspondencia con los bordes laterales del elemento separador 540, las esquinas entre la superficie exterior trasera 510b y las dos superficies exteriores laterales 510c-d del extremo inferior 510. La superficie exterior delantera 510a y las superficies exteriores traseras 510b, que corresponden a la tensión máxima de tracción y compresión que soportan las superficies planas de la sección de perfil tubular de acero bajo pruebas de flexión de acuerdo con la normativa ECE R66 o FMVSS 220, están libres de cordones de soldadura. El elemento separador 540 está acoplado también a la superficie sombreada 560 del tubo estructural 520. El elemento separador 540 está preferentemente soldado al arco estructural 510 y al tubo estructural 520 del cuerpo principal.

El nudo de carrocería 500 comprende también un elemento de soporte 550 correspondiente acoplado a cada una de las dos superficies exteriores laterales 510c-d del extremo inferior del arco estructural 510, al elemento separador 540 y a la carrocería principal. Los elementos de soporte 550 tienen una anchura que corresponde sustancialmente a la suma de la anchura de la superficie exterior lateral 510c-d y al espesor del elemento separador 540, de tal forma que la superficie trasera 550a de los elementos de refuerzo entre en contacto (área sombreada 580) con la superficie exterior lateral 510c-d correspondiente del extremo inferior del arco estructural 510 y las superficies laterales del elemento separador 540. Además, la superficie lateral interior 550b de los elementos de soporte 550 está acoplada (área sombreada 585) al tubo estructural 520 de la carrocería principal.

Adicionalmente, el nudo de carrocería 500 comprende además un elemento de refuerzo 530 respectivo cuya superficie trasera 530a está unida a cada una de las dos superficies exteriores laterales 510c-d del extremo inferior del arco estructural 510 y cuya superficie inferior 530b está unida a la superficie o borde superior 550c del elemento de soporte 550 respectivo. Los elementos de refuerzo pueden ser piezas rectangulares de metal soldadas a las superficies laterales exteriores respectivas de los extremos inferiores y también a la superficie superior o borde de los elementos de soporte correspondientes.

Estos nudos de carrocería retardan la aparición de inestabilidades de pandeo y las desplazan hacia el techo del vehículo de tal forma que se asegura el espacio de supervivencia en el interior del vehículo para cumplir con las normativas citadas anteriormente. Esto se consigue introduciendo los elementos rigidizadores que evitan inestabilidades de pandeo. Estos elementos rigidizadores tienen la doble función de reducir la esbeltez de la sección en el tramo que cubre el rigidizador y de repartir las cargas producidas durante el vuelco en la longitud cubierta por el rigidizador.

La Figura 6 muestra una vista en perspectiva del nudo de carrocería de la Figura 5 con todos los elementos que forman el nudo de carrocería acoplados entre sí.

Véase que en este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "comprendiendo", etc.) no deberían entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deberían interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir otros elementos, pasos, etc.

En el contexto de la presente invención, el término "aproximadamente" y los términos de su familia (tales como "aproximado", etc.) deben entenderse como un indicador de valores muy cercanos a los que acompañan el término mencionado anteriormente. Esto quiere decir, se debe aceptar una desviación dentro de los límites razonables de un valor exacto, porque una persona experta en la materia comprenderá que una desviación de este tipo de los valores indicados es inevitable debido a imprecisiones de medición, etc. Lo mismo se aplica a las expresiones "aproximadamente" y "alrededor de" y "sustancialmente".

## REIVINDICACIONES

1. Un anillo de seguridad antivuelco (110) para un vehículo, también conocido como Body-in-White, definiendo el anillo de seguridad antivuelco (110) un eje longitudinal (L), un eje vertical (V) y un eje transversal (T), siendo los ejes (V, T) ortogonales entre sí, y comprendiendo una pluralidad de arcos estructurales (120) separados entre sí en el eje longitudinal (L) que definen un espacio interior de seguridad (150), y en donde los arcos estructurales (120) están formados por una pluralidad de secciones de perfil tubular de acero,

**caracterizado por que** el acero de los perfiles tubulares de acero comprende una cantidad de carbono de entre el 0,15 % y el 0,35 % en peso, una cantidad de boro inferior al 0,005 % en peso y un contenido de carbono equivalente, CE, que es inferior a 0,78, calculándose el contenido de carbono equivalente mediante la fórmula:

$$CE = \%C + \frac{(\%Mn + \%Si)}{6} + \frac{(\%Cr + \%Mo)}{5}$$

donde %C es un porcentaje del contenido de carbono en peso, %Mn es un porcentaje del contenido de manganeso en peso, %Si es un porcentaje del contenido de silicio en peso, %Cr es un porcentaje del contenido de cromo en peso y %Mo es un porcentaje del contenido de molibdeno en peso del acero; y

en donde el espesor de las secciones de perfil tubular de acero está entre 1 mm y 5 mm y la resistencia a la tracción del acero es superior a 1.000 MPa.

2. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada arco estructural (120) comprende una pluralidad de secciones de perfil tubular de acero acopladas entre sí, y en donde al menos una primera sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero se extiende sustancialmente en la dirección vertical (V) y al menos una segunda porción de la sección de perfil tubular de acero de la pluralidad de secciones de perfil tubular de acero se extiende sustancialmente en la dirección transversal (T).

3. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el perfil tubular de acero tiene una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada.

4. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el espesor de las secciones de perfil tubular de acero es inferior a 3 mm, la cantidad de contenido de carbono en el acero está entre el 0,15 % y el 0,25 % en peso y el contenido de carbono equivalente del acero es inferior a 0,62.

5. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el acero es un acero de grado 22MnB5 laminado en frío hasta un espesor de entre 2 y 3 mm con una composición en peso del 0,21-0,25 %C; 0,15-0,40 %Si; 1,10-1,35 %Mn; 0,10-0,25 %Cr y 0,0015-0,0040 %B.

6. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un revestimiento protector que cubre al menos parcialmente las secciones de perfil tubular de acero, teniendo el revestimiento protector un espesor inferior a 100 micrómetros.

7. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con la reivindicación 6, en donde al menos el 95 % en peso del revestimiento protector está hecho de una mezcla de aluminio, hierro y silicio.

8. El anillo de seguridad antivuelco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las secciones de perfil tubular de acero son secciones de perfil tubular de acero laminado en frío o secciones de perfil tubular de acero laminado en caliente.

9. Una superestructura de vehículo (100), que comprende un cuerpo principal (130), el anillo de seguridad antivuelco (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y nudos de carrocería (140, 500) que acoplan los extremos inferiores (510) de los arcos estructurales (120) del anillo de seguridad antivuelco (110) a la carrocería principal (130, 520), preferiblemente a las superficies exteriores de la carrocería principal, teniendo al menos los extremos inferiores (510) de los arcos estructurales (120) una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada que define una superficie exterior delantera (510a), una superficie exterior trasera (510b) y dos superficies exteriores laterales (510c-d),

**caracterizada por que** los nudos de carrocería (500) comprenden:

un elemento separador (540) unido a la superficie exterior trasera (510b) del extremo inferior (510) y a la carrocería principal (520);

un elemento de soporte (550) respectivo unido al menos a cada una de las dos superficies exteriores laterales (510c-d) del extremo inferior (510), al elemento separador (540) y a la carrocería principal (520); y

un elemento de refuerzo (530) respectivo unido al menos a cada una de las dos superficies exteriores laterales (510c-d) del extremo inferior (510) y a un borde superior (550c) del elemento de soporte (550) correspondiente,

en donde los elementos de refuerzo (530) están configurados para absorber las cargas de pandeo generadas en

el extremo inferior (510) y transmitir las cargas de flexión a la carrocería principal (520) a través de los elementos de soporte (550) respectivos.

5 10. La superestructura de vehículo de acuerdo con la reivindicación 9, en donde los elementos de refuerzo (530) están situados centrados en las superficies laterales exteriores (510c-d) respectivas del extremo inferior (510) y en correspondencia con un eje longitudinal del extremo inferior (510).

10 11. Un método de fabricar el anillo de seguridad antivuelco de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el método comprende los pasos de:

fabricar (300A) una pluralidad de secciones de perfil tubular de acero, comprendiendo dicho paso de fabricación para cada sección de perfil tubular de acero:

15 conformar en frío (301) una tira de chapa de acero que forma las secciones de perfil de acero con una forma tubular;  
soldar longitudinalmente (302) la tira conformada; y  
endurecer (307) la sección de perfil tubular de acero soldada mediante austenización y templado;

20 acoplar (300B) la pluralidad de las secciones de perfil tubular de acero entre sí, preferiblemente por soldadura, formando sus secciones transversales los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco.

12. El método de la reivindicación 11, que comprende flexionar (306) al menos algunas secciones de perfil tubular de acero para coincidir con la forma del arco estructural.

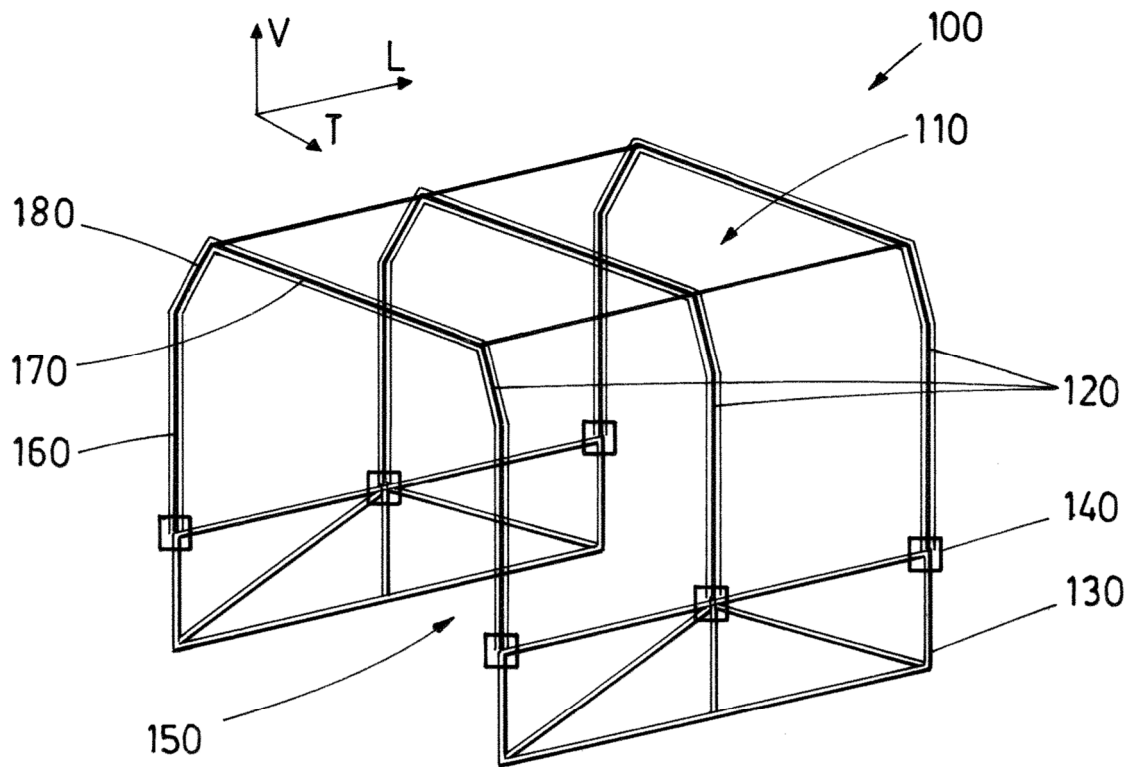
25 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, que comprende el enderezamiento en frío o en caliente (309) de las secciones de perfil tubular de acero para compensar las deformaciones por endurecimiento.

14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 11-13, que comprende:

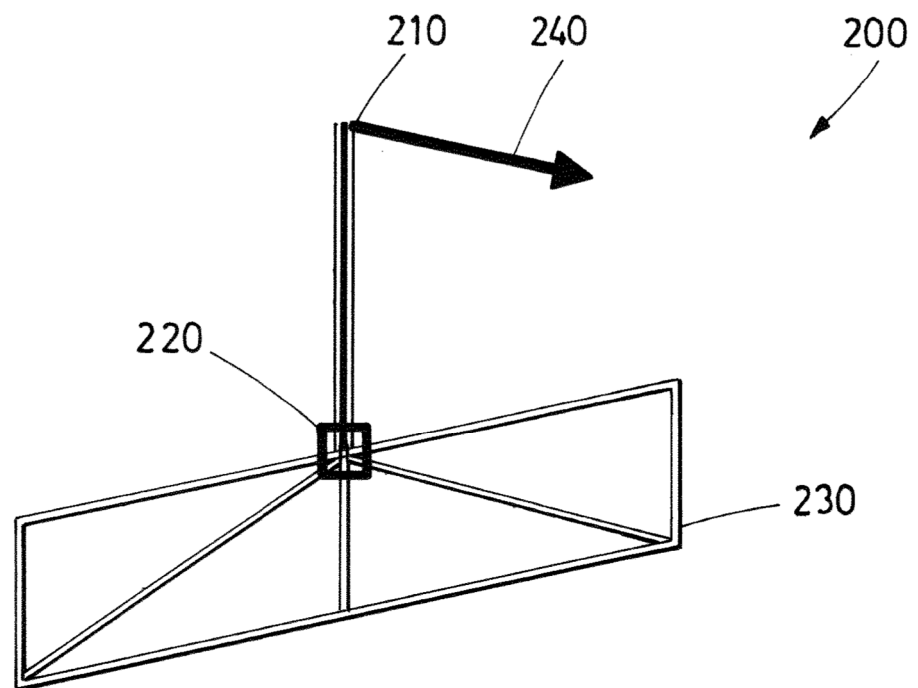
30 endurecer la tira soldada por austenización a una temperatura de entre 840 °C y 980 °C;  
templar las secciones de perfil tubular de acero austenizado en fluido de temple a base de agua con una velocidad de enfriamiento superior a 10 °C/s; y  
enderezar en frío las secciones de perfil tubular de acero templado.

35 15. Un método de acoplar el anillo de seguridad antivuelco de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 a una carrocería principal de una superestructura de vehículo, en donde al menos los extremos inferiores de los arcos estructurales del anillo de seguridad antivuelco tienen una sección transversal sustancialmente rectangular o cuadrada que define una superficie exterior delantera, una superficie exterior trasera y dos superficies exteriores laterales, **caracterizado por que** el método comprende:

40 acoplar (401) un elemento separador a la superficie exterior trasera del extremo inferior;  
acoplar (402) un elemento de refuerzo respectivo a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior;  
acoplar (403) el elemento separador a la carrocería principal;  
45 acoplar (404) un elemento de soporte respectivo a cada una de las dos superficies exteriores laterales del extremo inferior, a un borde inferior del elemento de refuerzo correspondiente, al elemento separador y a la carrocería principal.



**FIG.1**



**FIG.2**

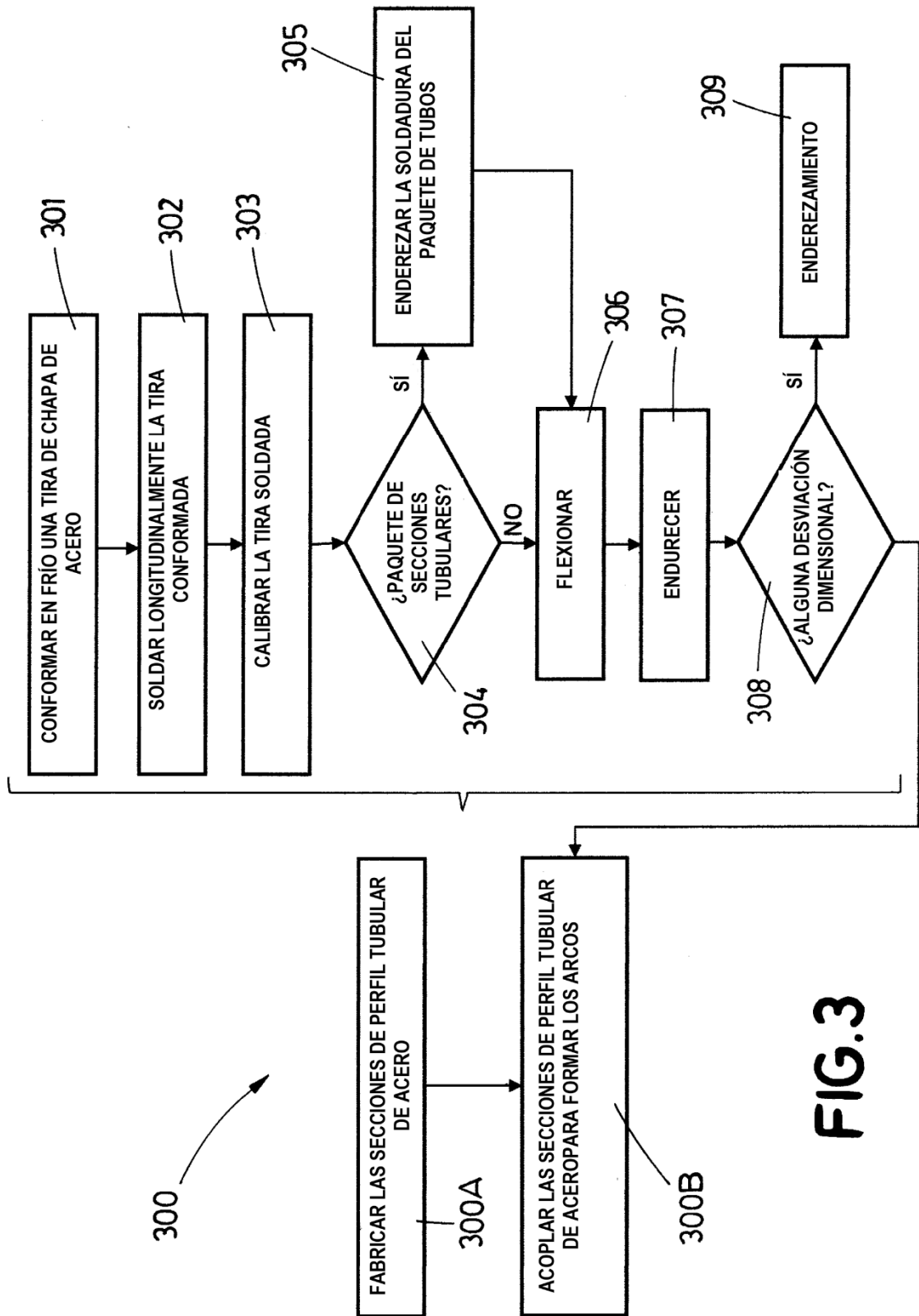
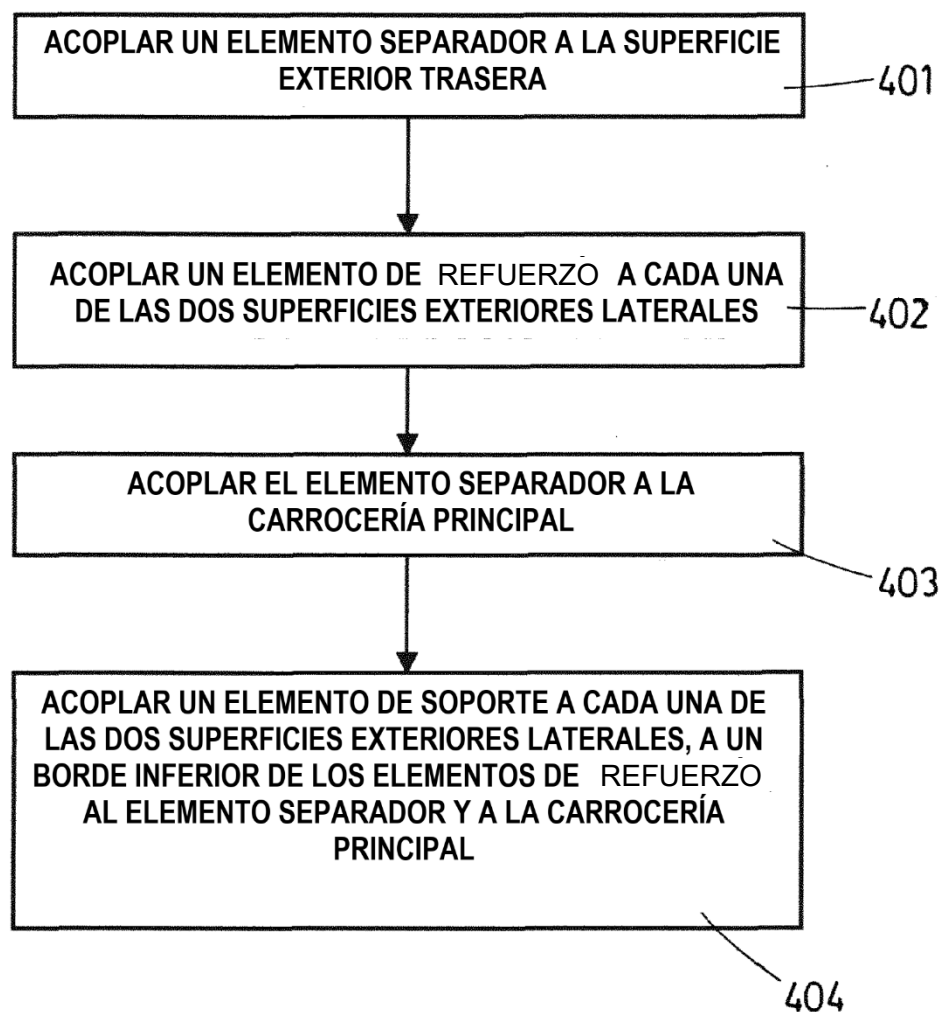
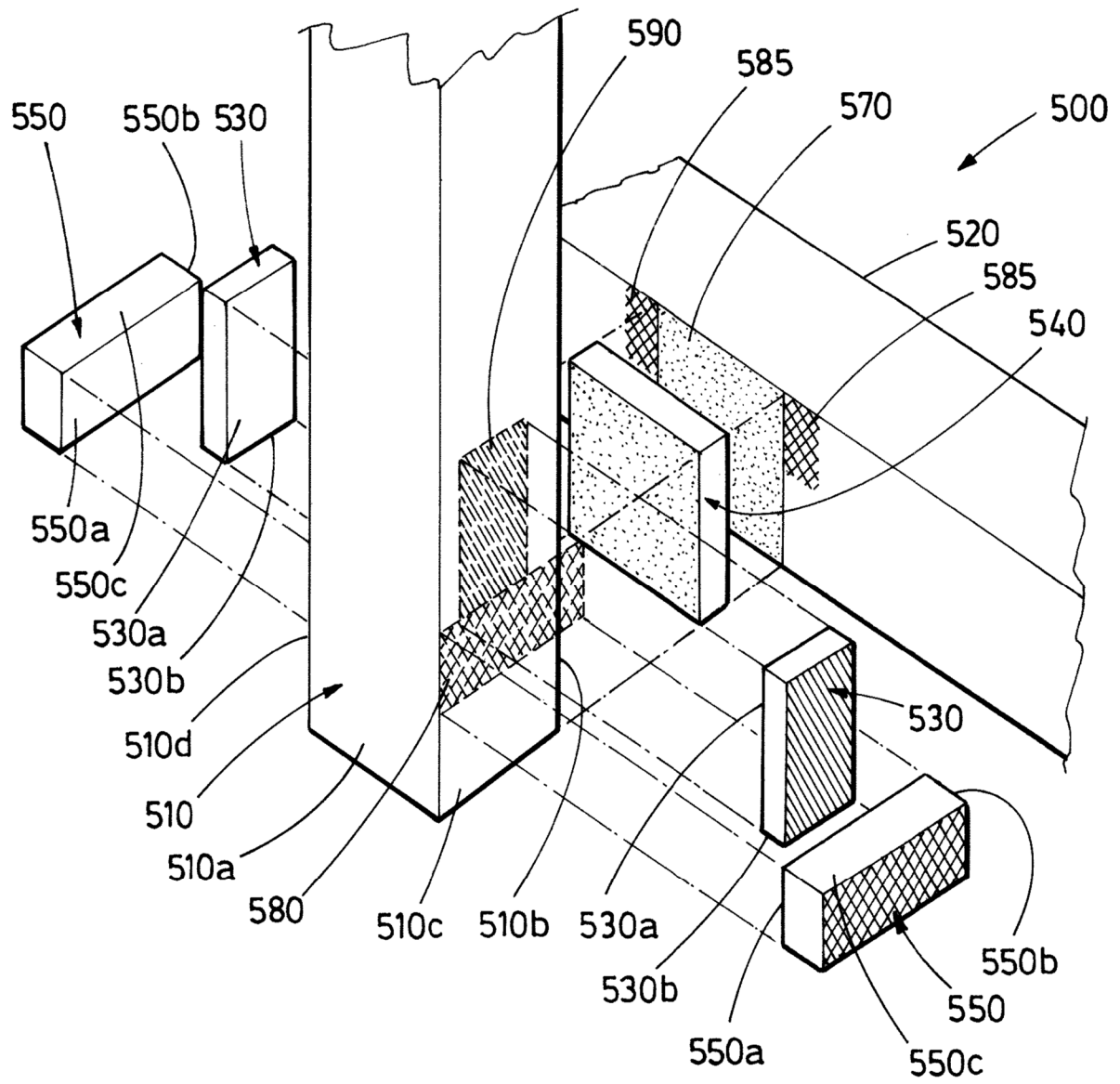


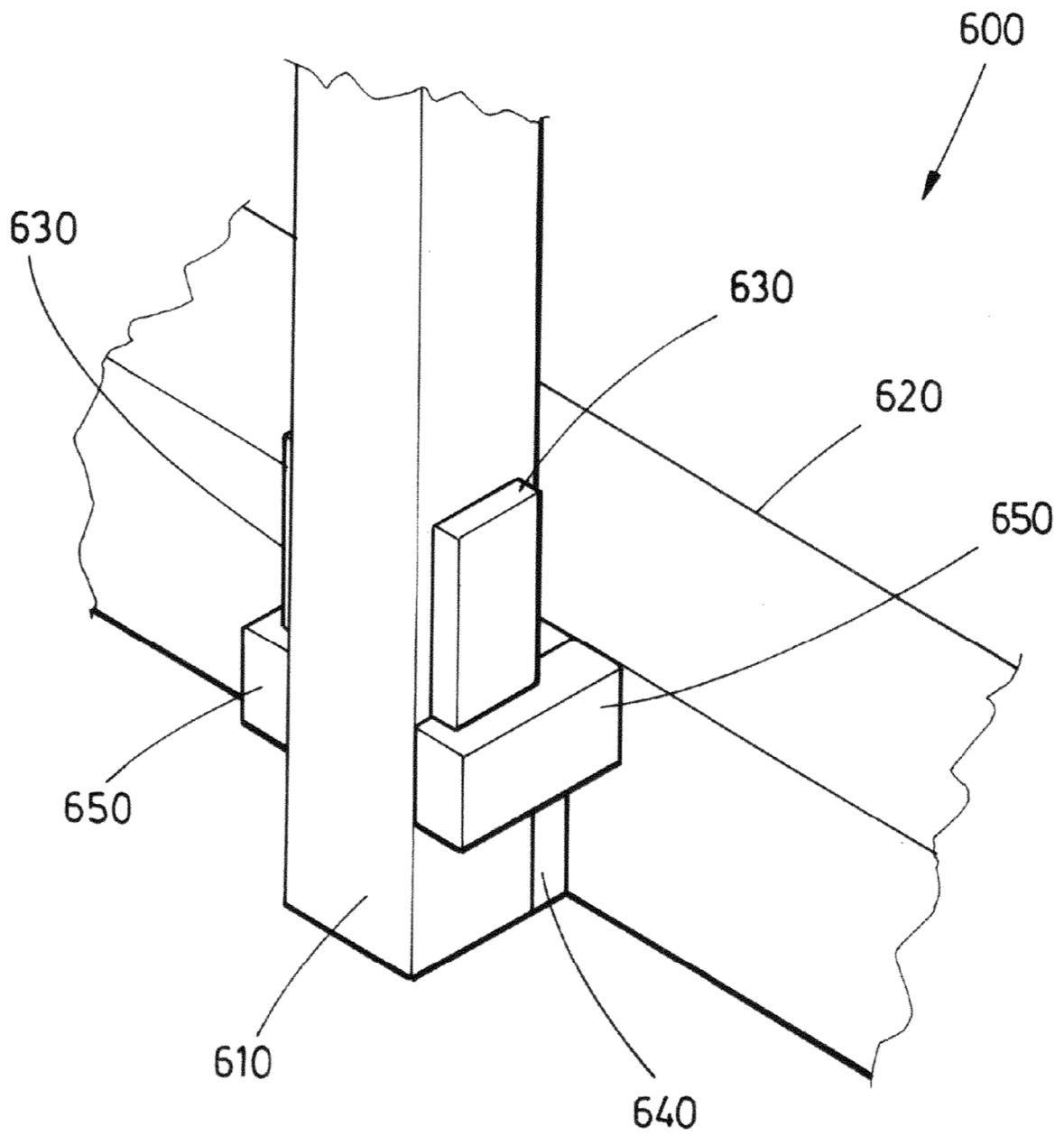
FIG.3



**FIG.4**



**FIG.5**



**FIG.6**