

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 496**

51 Int. Cl.:

**E01F 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2009 E 09005342 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2128342**

54 Título: **Barrera de seguridad metálica con un mecanismo fusible para la unión atornillada que conecta sus vallas horizontales y postes verticales de soporte, que se usa en los márgenes y medianas de las carreteras para contención de vehículos**

30 Prioridad:

**28.05.2008 ES 200801139 U**

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

**12.05.2015**

73 Titular/es:

**HIERROS Y APLANACIONES, S.A. (HIASA)  
(100,0%)  
POLÍGONO IND. DE CANCIENES S/N  
33470 CORVERA, ASTURIAS, ES**

72 Inventor/es:

**AMENGUAL PERICAS, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ PRIETO, Ángel**

**ES 2 535 496 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

5 Barrera de seguridad metálica con un mecanismo fusible para la unión atornillada que conecta sus vallas horizontales y postes verticales de soporte, que se usa en los márgenes y medianas de las carreteras para contención de vehículos

### Objeto de la invención

10 La presente invención se refiere a un sistema metálico de contención de vehículos pensado para contener impactos laterales de vehículos o barrera de seguridad metálica con un mecanismo fusible, aplicable a las uniones atornilladas que conectan sus vallas, vigas o barandas horizontales a sus postes verticales de soporte, que confiere a dicho elemento de unión la capacidad de soltarse o desengranarse de manera controlada cuando la fuerza que actúa sobre el mismo, como consecuencia del impacto de un vehículo contra la barrera de seguridad metálica, supera un valor umbral preestablecido, siendo dicha barrera de seguridad del tipo que se usa generalmente en terraplenes laterales y en medianas de las carreteras y, ocasionalmente, en los bordes de tableros de puentes, coronaciones de muros de contención o estructuras similares de carreteras.

### Estado de la técnica

20 En la práctica se usan varios sistemas de contención de vehículos, entendiéndose como tales cualquier dispositivo instalado en una carretera cuya finalidad sea proporcionar medios de retención y reorientación para vehículos que, fuera de control, se salen sin rumbo de la carretera. Dichos dispositivos reducen la gravedad de los accidentes provocados de este modo, limitando daños y lesiones tanto para los ocupantes del vehículo como para el resto de usuarios de la carretera y otras personas u objetos parados o situados en las proximidades.

25 Uno de los sistemas de contención más habituales, desde el punto de vista comercial, es la barrera de seguridad metálica, un dispositivo que se usa en los márgenes y medianas de las carreteras. Estos sistemas están pensados para resistir impactos de vehículos a la vez que evitan que el vehículo atraviese la barrera y, por lo tanto, garantizan la protección de terceros, permitiendo una reorientación y desaceleración controladas del vehículo que colisiona, de tal manera que el vehículo pueda salir del impacto de manera estable y pueda continuar su marcha a una velocidad reducida junto al sistema de contención y en la dirección original de la marcha y del carril por el que se desplazaba y, por consiguiente, garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo y de otros usuarios de la carretera.

30 De conformidad con la normativa actual (EN 1317-2 en Europa y NCHRP 350 en EEUU), las barreras de seguridad y pretiles metálicos se someten, antes de su uso comercial, a ensayos de choque a escala real normalizados. Durante dichos ensayos un vehículo se choca de manera controlada contra un sistema de contención y, a continuación, se evalúa cualitativa y cuantitativamente el comportamiento. El comportamiento de un sistema de contención se considera satisfactorio cuando se cumplen todos los requisitos y criterios de aceptación establecidos en la normativa correspondiente a un ensayo de choque a escala real, en particular, por cuanto se refiere a nivel de contención, severidad del impacto, deformación y ángulo de salida y, por lo tanto, garantiza unas condiciones de seguridad adecuadas, principalmente, para los ocupantes del vehículo que impacta y para terceros. Se afirma entonces que un sistema de contención es capaz de contener un tipo de vehículo específico.

35 Según la normativa que se ha mencionado anteriormente, un sistema de contención (diseñado específicamente para recibir el choque de vehículos pesados, tales como camiones y autocares) debe superar los ensayos de choque a escala real correspondientes tanto a turismos como a vehículos pesados (turismos pesados, camiones y autocares), así como los ensayos de choque correspondientes a vehículos ligeros (turismos ligeros). Esto permite que los sistemas de contención alta y normal también garanticen la seguridad de vehículos más ligeros, que son los vehículos que con más frecuencia se ven envueltos en accidentes. Por ejemplo, según la norma europea EN 1317-2, el nivel de contención normal N2 requiere que la barrera supere el ensayo de choque TB32 (impacto de un turismo pesado de 1500 kg que se desplaza a una velocidad de 110km/h impactando contra el sistema de contención con un ángulo de choque de 20°) más el ensayo TB11 (impacto de un turismo ligero de 900 kg que se desplaza a 100km/h de velocidad impactando contra el sistema de contención con un ángulo de choque de 20°).

40 En la práctica, los sistemas de contención comerciales ofrecen varias soluciones contra los impactos tanto de vehículos ligeros como pesados y tienen los siguientes problemas:

45 Por un lado, todos los elementos constitutivos de barreras de seguridad tienen, por lo general, la capacidad de reaccionar de forma similar y en conjunto, deformándose ante el impacto de un vehículo ligero o pesado. Las barreras de seguridad diseñadas para resistir impactos de vehículos pesados (conocidas como barreras de alta contención) tienen, por lo general, mecanismos de funcionamiento capaces de responder de manera diferente ante el impacto de un vehículo ligero o pesado. Respecto a dichas barreras, el éxito en el diseño se obtiene cuando la

misma barrera se puede comportar satisfactoriamente cuando responde adecuadamente a tipos de impacto tan diferentes.

5 Las barreras de seguridad diseñadas para resistir impactos de turismos pesados (contención normal) tienen, por lo general, mecanismos de funcionamiento capaces de responder de manera progresiva al impacto de turismos que tienen distintos índices de gravedad (energía cinética transversal del impacto), lo que garantiza una deformación máxima razonablemente reducida ante impactos de mayor índice de severidad y, en todos los casos, a un nivel de severidad (basado en la medición de la progresión de desaceleración a la que se somete el vehículo durante el impacto) suficientemente bajo, teniendo, a la vez, la capacidad de reorientar adecuadamente el vehículo a lo largo  
10 de su trayectoria de salida.

La configuración básica de las barreras de seguridad metálicas es la de dos elementos metálicos básicos unidos entre sí y a otros dos elementos, un tercer y un cuarto elemento que son opcionales:

15 1º.- La(s) **valla(s) o baranda(s)** son los elementos longitudinales dispuesto(s) horizontalmente en uno o varios niveles a una altura determinada de manera continua, cuya función es contener y guiar el vehículo que colisiona contra las mismas, evitando, de ese modo, que éste atraviese el elemento de valla o baranda, limitando la deformación transversal y guiándolo de modo que se pueda reorientar por medio del sistema de manera adecuada. La valla puede presentar diferentes configuraciones: uno o varios perfiles longitudinales que tienen una sección transversal abierta o casi-cerrada y en forma de doble o triple onda o en forma de "C" o de "sigma", unidos al poste por medio de un elemento separador; cables o varillas metálicas tensadas fijados directamente al poste; perfiles longitudinales en forma de doble o triple onda cuya parte inferior está unida a láminas metálicas que se pueden desplazar libremente y calibradas para oponer una resistencia determinada cuando reciben un impacto.  
20

25 2º.- El **poste**, dispuesto verticalmente a intervalos regulares y fijado a la(s) valla(s) o baranda(s), cuya función es soportar y mantener los elementos de valla o baranda de la barrera a una altura preestablecida durante el impacto del vehículo. Los postes son generalmente perfiles metálicos cuya sección puede ser en "C", en "U", en "I", en "Sigma" o en "Z", secciones tubulares cerradas redondas o rectangulares u otros tipos de sección, que se entierran en un terraplén o mediana de la carretera de manera que una parte de su longitud se inserta en el terreno o se sujeta al mismo por medio de una placa anclada al terreno con tornillos. Ante el impacto de un vehículo y en función de la energía generada por dicho impacto, el poste se deformará en mayor o menor medida doblándose y/o torciéndose respecto a la parte enterrada o anclada.  
30

35 3º.-El elemento **separador** es la pieza intermedia de conexión que, con frecuencia, está colocada entre una valla o baranda y el poste. Las funciones de dicho elemento separador son las siguientes:

- (I) unir a cierta altura la valla o baranda a los postes de fijación,
- (II) actuar de elemento separador entre dicha valla o baranda y el poste para evitar que la rueda del vehículo se enganche o engrane de otro modo en el poste al impactar con la barrera,  
40
- (III) mantener la altura de la valla en contacto con el vehículo durante el impacto, compensando el efecto de abatimiento provocado por el poste que se deforma durante el impacto, doblándose hacia atrás y hacia abajo, y  
45
- (IV) atenuar o absorber parte de la energía del impacto y contribuir a la reorientación del vehículo durante la colisión. En este último caso, el elemento separador se denomina absorbedor de energía. La función de absorción de energía del elemento separador es característica de las barreras de alta contención puesto que dichas barreras tienen una estructura básica muy robusta o rígida, compuesta por la valla o vallas y postes robustos instalados a corta distancia que son capaces de contener vehículos pesados, lo que hace esta estructura demasiado rígida para que sea adecuada como dispositivo de contención de impactos de vehículos ligeros. El elemento separador-absorbedor está diseñado específicamente para reducir la severidad de los impactos provocados por vehículos ligeros contra estructuras básicas rígidas, suavizando el contacto contra el poste y favoreciendo la función de reorientación de vehículos que viran. En ocasiones, este elemento está configurado como un componente único, como un ensamblaje de placas y/o perfiles metálicos, configurado de manera más o menos compleja, o en perfiles tubulares de sección cuadrada o rectangular que pueden ser abiertos o cerrados. También existen barreras construidas sin el elemento separador o absorbedor. En dichas barreras, el elemento de valla está acoplado directamente al elemento de poste. En otras situaciones, sobre todo en carreteras de circuitos de carreras, es posible encontrar otras configuraciones en las que el elemento separador o absorbedor está configurado por cilindros de material elástico resistente rellenos de espuma o materiales similares y colocados entre las vallas y el poste o muro externo; o incluso por una estructura metálica triangular de tipo  
50  
55  
60

semicercha que actúa simultáneamente de elemento absorbedor y de elemento de poste, permitiendo que la barrera se desplace durante el impacto del vehículo. A veces, la capacidad de absorción de energía de la barrera de seguridad se logra por medio de adaptadores elásticos que se insertan, a modo de fundas o protecciones, sobre las vallas o barandas.

5 4°.- Un **tirante posterior** continuo horizontal que conecta longitudinalmente los postes de la barrera por la parte posterior de la barrera, uniendo los postes consecutivos por sus partes superiores o los elementos separadores consecutivos por su parte posterior. Las funciones de dicho tirante son las siguientes:

- 10 (I) distribuir entre los distintos postes los esfuerzos provocados por el impacto para reducir la deformación transversal de la barrera y
- (II) compensar y limitar las fuerzas de torsión entre las cabezas de los postes.

15 Los distintos componentes que constituyen una barrera de seguridad metálica están ensamblados entre sí, normalmente, mediante uniones de tipo atornillado, es decir, las formadas por un tornillo o bulón con rosca sujeto por una tuerca de cierre roscada internamente y una o varias arandelas.

20 Las barreras de seguridad metálicas diseñadas para distintos niveles de contención y, fundamentalmente, para contener turismos que tienen distintos pesos y que se desplazan a distintas velocidades, con frecuencia, tienen un elemento distanciador rígido o separador, a fin de conseguir niveles de deformación de la barrera aceptables, además de mantener la estabilidad del vehículo durante la colisión y después de ésta, limitar los niveles de severidad dentro de la clase más baja (mejor clase) y dotarla de una capacidad adecuada para reorientar el vehículo a la salida.

25 La secuencia típica del impacto de un turismo contra una barrera de seguridad metálica, de las configuradas por una valla horizontal continua soportada por elementos verticales e instalada en el margen o mediana de la carretera, es la siguiente:

30 -El impacto inicial entre el turismo y la barrera se produce entre la parte frontal lateral (izquierda o derecha dependiendo de si la colisión se ha producido en el lado izquierdo o derecho) del turismo y la valla metálica. Como consecuencia de este contacto, la valla transmite los esfuerzos creados de ese modo al poste más cercano que comienza a deformarse, torciéndose y doblándose hacia atrás. Puesto que el impacto se produce en la zona situada delante del centro de gravedad del vehículo, esto hace que el vehículo rote en una dirección de reorientación.

35 Durante el contacto inicial y, en menor grado, sucesivamente a partir de ese momento, el separador (si hubiera) mantiene las ruedas del vehículo alejadas de la base del poste para evitar ensanchamientos.

40 -Cuando el poste agota su capacidad de deformación, cuando llega a un determinado ángulo de flexión hacia atrás, es necesario liberar la unión que conecta este poste a la valla para impedir que el poste arrastre la valla hacia abajo y evitar que el vehículo se desestabilice debido a la diferencia de nivel que, en tal caso, aparecería entre la altura de la valla de contacto y el centro de gravedad del vehículo, provocando que el vehículo vuelque o atraviese la barrera transversalmente con la valla casi abatida. Una vez liberado el elemento que une el poste a la valla, la valla se comporta como un elemento sometido a tracción o "arrastrado por cable" transmitiendo esfuerzos longitudinales y transversales de deformación a los postes adyacentes al poste "desengranado" y propagando, de ese modo, el

45 impacto en la dirección de marcha del vehículo antes del viraje. El mecanismo que libera la unión entre valla o valla-separador y el poste se conoce como "fusibilidad".

50 -Una vez que el primer poste se ha desengranado por los efectos de fusibilidad, el impacto se propaga a medida que el vehículo se reorienta en el sentido original de la marcha, siempre en contacto con la valla, y desengrana, sucesivamente, los postes de la valla colocados consecutivamente, que sigue trabajando como un elemento sometido a tracción, hasta que se produce la colisión secundaria cuando la parte trasera del vehículo colisiona contra la valla. Dado que este impacto secundario se produce detrás del centro de gravedad del vehículo, esto hace que éste gire en la dirección opuesta a la de reorientación, deteniendo el proceso de reorientación y provocando la salida del vehículo que se separa del sistema. Durante dicha salida, debido a que el vehículo ha penetrado transversalmente cierta distancia respecto a la alineación longitudinal de la barrera, también se puede desengranar

55 el último poste de la barrera en contacto con el vehículo. Durante el impacto secundario, el vehículo también se puede desestabilizar y atravesar el sistema de contención, si la altura de la valla "desensamblada" en relación con el vehículo es lo suficientemente baja como para que ocurra esto.

60 El mecanismo de fusibilidad de la barrera está situado, normalmente, en el punto en que se unen el separador y el poste. Esto conlleva "arrancar" la cabeza de uno o más tornillos pasando a través de los correspondientes agujeros del poste o del separador o "cortar" progresivamente las membranas de chapa que separan una serie de agujeros alineados que son parte de las uniones atornilladas que conectan el separador al poste o el poste a piezas auxiliares de conexión desengranado alguna pieza intermedia de conexión, etc.

En los casos en que la barrera metálica no está provista de un elemento separador, el único mecanismo fusible que se ha usado, hasta la presente invención, conlleva hacer que el poste atravesase la cabeza del tornillo de unión de la valla, acción mediante la que dicha cabeza del tornillo “se arranca” del agujero alargado de la valla que aloja dicha unión. No obstante, este mecanismo es muy poco controlable y las cargas que provocan la fusibilidad varían y resultan poco repetibles.

Durante el impacto de un vehículo de tipo turismo, el separador cumple sus funciones de separar la valla del vehículo y mantener la altura de la valla en contacto con el vehículo que colisiona, además de contribuir a mantener la deformación de la barrera (anchura transversal de trabajo) al mínimo. No obstante, los separadores presentan tres inconvenientes:

(i). Colocar un separador entre valla y poste aumenta la anchura de la barrera, un hecho que crea un serio problema de espacio en situaciones en las que el espacio de arcén, disponible para la barrera fuera de la carretera, es reducido, creando, por consiguiente, un problema de seguridad para el tráfico.

(ii). Dado que el espaciador está dispuesto horizontalmente entre valla y poste, esto produce un efecto dinámico de “palanca” sobre la cabeza del poste, que distorsiona la transmisión de esfuerzos de la valla al poste debido a las cargas aplicadas a la barrera cuando un turismo impacta contra la misma a cierta velocidad.

(iii). Instalar el separador aumenta el coste total correspondiente a materiales e instalación de la barrera de seguridad metálica.

El uso en los márgenes o medianas de las carreteras de una barrera metálica más estrecha, más robusta y más económica, sin separador, diseñada específicamente para impactos de turismos, requiere el uso de un elemento de unión especial entre valla y poste que pueda proveer al sistema de un sistema de fusibilidad muy controlado (el elemento de conexión se libera cuando se alcanza un valor de carga preestablecido y se libera exactamente en el instante necesario de la secuencia de impacto). Este sistema permite que la barrera ofrezca la respuesta adecuada ante el impacto de un turismo, garantizando, de ese modo, los siguientes beneficios:

a) Evitar que el turismo que colisiona se enganche en los postes desengranados a su paso, ya que el vehículo se desplaza longitudinalmente contra la barrera deformándola transversalmente, y pase por encima de ellos. Para conseguir esto, es necesario que la respuesta de deformación por flexión-torsión del poste antes del desengranaje sea tal que, una vez que el vehículo colisiona contra el poste, dicho poste se haya deformado lo suficiente y de manera adecuada para que la sección del poste que está orientada hacia el turismo quede en su posición de menor inercia y el poste, en su totalidad, se doble considerablemente por el punto en que está enterrado en el terreno.

b) Evitar que, cuando el poste se deforme hacia atrás y hacia abajo para mantener la parte superior de la barrera en contacto con el vehículo, arrastre la valla de manera vertical y descendente hacia el terreno, garantizando de ese modo la estabilidad del turismo durante el impacto y después de éste.

c) Garantizar que el elemento de unión que conecta poste y valla se libere en el instante exacto, ni antes ni después, para que las cargas y la deformación consecuencia del impacto se distribuyan en la mayor cantidad posible de postes consecutivos, limitando así la deformación transversal máxima de la barrera. La fusibilidad prematura aumenta la deformación transversal y puede causar atrapamiento dado que predomina el desplazamiento transversal sobre el desplazamiento de rotación y reorientación. Si la fusibilidad es tardía, la valla desciende excesivamente, arrastrada por el poste, el vehículo se desestabiliza y puede pasar por encima de la barrera. En este caso, también aumenta la deformación transversal máxima.

En el documento de patente GB1141012A se describe una unión entre una valla (10) y un poste (55) por medio de un tornillo (56) que se rompe en caso de impacto de un vehículo pesado, pero no de manera fusible controlada según un umbral preestablecido, es decir, la unión no se desacopla de manera controlada. La barrera que se describe en la patente GB1141012A, preferentemente, está diseñada para permitir que un vehículo que se desplaza a lo largo de la valla derribe totalmente el poste. Por lo tanto, a fin de que cumpla con las normativas de un valor umbral preestablecido de desacoplamiento, una vez instalada la barrera del documento GB1141012A se tendría que cambiar el poste de soporte resultando dicha modificación muy compleja, larga y costosa.

En el documento de patente WO 2005028757 se describe una cabeza de impacto para una barrera de protección que incluye medios de conducción de cables adaptado para formar una conexión en espiral a través de la cual se puede roscar un cable. En el documento WO 2005/028757 también se describe una barrera que requiere un elemento intermedio entre valla y poste: un dispositivo de deslizamiento que interconecta una pluralidad de barandas y las acopla a los postes. En el documento WO 2005/028757 se describe además un tornillo frangible con una parte de vástago, preferentemente situada cerca de la parte de cabeza del tornillo, que se puede usar para unir varios componentes de la barrera de seguridad.

**Descripción de la invención**

La presente invención proporciona una barrera de seguridad metálica con un mecanismo fusible para uniones atornilladas que conectan sus vallas, vigas o barandas horizontales a sus postes verticales de soporte, que permite que dicho elemento de unión se libere o desacople de manera controlada cuando la fuerza transmitida al mismo, como consecuencia de las acciones producidas en la barrera por el impacto lateral de un vehículo contra la misma, supera un valor umbral preestablecido, aportando las mismas ventajas técnicas, por lo que se refiere al estado de la técnica, que el elemento separador aporta al comportamiento de la barrera de seguridad pero evitando sus inconvenientes, a la vez, que mejora su comportamiento y configura, además, una barrera metálica más estrecha, más robusta y más económica.

A tal efecto y a fin de lograr dichas ventajas cuando se compara con la técnica actual, se propone una barrera de seguridad metálica según se define en la reivindicación 1, cuya propiedad principal es su carácter fusible controlado, tanto en tiempo como en magnitud de la fuerza, que proporciona las siguientes ventajas técnicas:

1). Evita que el turismo quede atrapado en los postes desengranados, dado que su paso deforma transversalmente la barrera, y el vehículo pasa por encima de ellos, dado que se desplaza longitudinalmente respecto a la barrera. Para conseguir esto, es necesario que la deformación por flexión-torsión del poste antes de desengranarse sea tal que, una vez que el vehículo colisiona contra éste, el poste se haya deformado lo suficiente y de manera adecuada para que la sección del poste orientada hacia el turismo esté en su posición de menor inercia, mientras que el poste, en su totalidad, se dobla considerablemente por el punto en que está enterrado en el terreno.

2). Evita que, cuando el poste se deforme hacia atrás y hacia abajo para mantener la parte superior de la barrera en contacto con el vehículo, arrastre la valla de manera vertical y descendente hacia el terreno, garantizando de ese modo la estabilidad del turismo durante el impacto y después de éste.

3). Garantiza que el elemento de unión que conecta poste y valla se libere (se produzca la “fusibilidad”) en el instante exacto, ni antes ni después, para que las cargas y la deformación consecuencia del impacto se distribuyan en la mayor cantidad posible de postes consecutivos, limitando así la deformación transversal máxima de la barrera.

La fusibilidad prematura aumenta la deformación transversal y puede causar atrapamiento dado que predomina el desplazamiento transversal sobre el desplazamiento de rotación y reorientación. Si la fusibilidad es tardía, la valla desciende excesivamente, arrastrada por el poste, el vehículo se desestabiliza y puede pasar por encima de la barrera. En este caso, también aumenta la deformación transversal máxima.

La barrera de seguridad metálica con unión atornillada fusible (3) objeto de la invención, que se describe a continuación, está constituida por un elemento horizontal continuo de impacto formado por una o varias vallas o barandas continuas horizontales (1), soportadas por medio de dicha unión fusible (3), por elementos verticales de sujeción o postes verticales (2) insertados en el terreno (4) a intervalos regulares, como se muestra en la fig. 1 y en la fig. 3.

La unión atornillada fusible (3) está configurada (véase la fig. 4) a partir de un tornillo metálico (5) que tiene a lo largo de su vástago roscado (10) y a una distancia determinada de la cabeza de tornillo (9), una sección recta (11) o una zona específica, preferentemente cilíndrica, que se ha sometido a un tratamiento mecánico, térmico o químico específico, de manera que la resistencia mecánica a la rotura de dicha sección (11) o zona del tornillo es considerablemente menor que la del resto de secciones del vástago (10) del tornillo. La sección (11) o zona de menor resistencia mecánica del vástago (10), situada por debajo de la cabeza (9) del tornillo metálico (5) que conecta la valla (1) al poste (2) de una barrera de seguridad metálica, se conoce como “sección fusible” y caracteriza al tornillo (5) como “tornillo fusible” y a la unión (3) entre valla (1) y poste (2) como una “unión atornillada fusible”.

Esta propiedad del tornillo fusible (5) que tiene una sección “fusible” (11) caracterizada por tener menor resistencia mecánica colocada a lo largo del vástago (10) del tornillo de manera que una vez ensamblada la unión (3) entre valla (1) y poste (2), como se muestra en la fig. 9, la sección fusible (11) está colocada, aproximadamente, en medio de la zona de unión que conecta ambos elementos, de manera que cuando un turismo colisiona lateralmente contra la barrera (véase la fig. 5) los esfuerzos cortantes originados por la colisión y que afectan al vástago (10) del tornillo de la unión (3) que conecta valla (1) y poste (2) se concentran, casi completamente, en la sección o zona fusible (11).

De hecho, cuando un turismo colisiona lateralmente contra la barrera ejerciendo sobre ésta una fuerza lateral determinada F (véase la fig.5) esto da lugar a la aparición de un par de fuerzas opuestas (T) en la barrera debidas a que, por un lado, el poste (2) comienza a deformarse hacia atrás y hacia abajo mientras se entierra firmemente en el terreno (4) y, por otro lado, el turismo empuja hacia arriba la valla (1), originando la fuerza ascendente (T) que actúa sobre la valla (1) y otra fuerza descendente (T) que actúa sobre el poste (2). La combinación de ambas fuerzas (T) somete al vástago (10) del tornillo de la unión (3) que conecta la valla (1) al poste (2) a un esfuerzo de tipo cortante.

La concentración de los esfuerzos cortantes, originados por la colisión del turismo contra la barrera en una sección específica (11) del vástago (10) de la unión atornillada que conecta la valla (1) y el poste (2), hace que el tornillo (5) de la unión se rompa justo por dicha sección (11) debido a que dicha sección (11) tiene una menor resistencia mecánica.

5 Por lo tanto, el comportamiento de la barrera metálica ante el impacto de un turismo se basa en un mecanismo fusible que permite liberar o desengranar la unión (3) entre la valla (1) y el poste (2), como se muestra en la figura 2. El turismo penetra en la barrera lateralmente a cierta distancia, a la vez que el vehículo se reorienta y sale del sistema. El instante preciso, dentro de la secuencia temporal del impacto, y la magnitud de la fuerza, provocada como consecuencia del mismo, en que se produce la fusibilidad o desengranaje del componente, serán factores esenciales en la respuesta de la barrera a los impactos y, por consiguiente, en las consecuencias de dicho impacto. Por lo tanto, para obtener la respuesta adecuada es necesario que la fusibilidad sea muy controlada, previsible y repetible.

15 Una de las ventajas técnicas que presenta el mecanismo de fusibilidad, objeto de la invención, es que la intensidad del tratamiento mecánico o químico que se aplica a la sección o zona fusible (11) del tornillo determina el valor final de la resistencia mecánica a la rotura de dicha sección o zona (11) y, por lo tanto, el valor de la diferencia entre ésta y la resistencia mecánica nominal del tornillo (5). Por consiguiente, variando la intensidad de dicho tratamiento sobre dicha sección o zona se puede modular el instante y la magnitud de la fuerza de fusibilidad o desengranaje de la unión (3), que se ha descrito anteriormente.

20 El tratamiento aplicado a dicha sección o zona (11) del vástago (10) del tornillo (5) de unión (3) que conecta la valla (1) al poste (2) de la barrera de seguridad metálica, para disminuir su resistencia mecánica y convertirla en una zona fusible es, preferentemente, un tratamiento de tipo mecánico o mecanización que conlleva hacer una garganta cilíndrica (12) de menor diámetro que el del vástago (10) del tornillo y situada a cierta distancia de la cabeza (9) del tornillo, como se muestra en la figura 6. En este caso, la relación entre el diámetro de la garganta (12) y el diámetro del resto del vástago (10) del tornillo, para un determinado material constituyente, determina el valor de la fuerza de fusibilidad y la diferencia de resistencia mecánica entre la sección o zona fusible y el valor de resistencia mecánica nominal del tornillo.

25 Una variación constructiva del tratamiento mecánico para lograr fusibilidad (véase la figura 7) conlleva hacer una, dos o más ranuras (12') en el vástago (10) del tornillo, a cierta distancia de la cabeza (9) del tornillo, perpendiculares al eje del vástago (10) o ligeramente inclinadas respecto a dicha perpendicular. Dichas ranuras (12') pueden estar situadas todas en la misma sección recta del tornillo, como se muestra en la sub-figura 7a, o pueden estar situadas en secciones rectas distintas y próximas entre sí, como se muestra en la sub-figura 7c. En este caso, la relación entre la cantidad y la profundidad de las ranuras (12') y el diámetro de la longitud restante del vástago (10) del tornillo, para un determinado material constituyente, determina el valor de la fuerza de fusibilidad y la diferencia de resistencia mecánica entre la sección o zona fusible y el valor de resistencia mecánica nominal del tornillo.

30 Otra variación constructiva del tratamiento mecánico que se usa para lograr fusibilidad (véase la figura 8) es la ejecución de una, dos o más entallas (12'') en el vástago (10) del tornillo, a cierta distancia de la cabeza (9) del tornillo, con el eje de la entalla perpendicular al eje del vástago (10) o ligeramente inclinado respecto a dicha perpendicular. Dichas entallas (12'') pueden estar situadas todas a lo largo de la misma sección recta del tornillo, como se muestra en la sub-figura 8a, o pueden estar situadas en secciones rectas distintas próximas entre sí, como se muestra en la sub-figura 8c. En este caso, la relación entre la cantidad y la profundidad de las entallas (12'') y el diámetro de la longitud restante del vástago (10) del tornillo, para un determinado material constituyente, determina el valor de la fuerza de fusibilidad y la diferencia de resistencia mecánica entre la sección o zona fusible y la resistencia mecánica nominal del tornillo.

35 La unión fusible (3) que conecta valla (1) a poste (2) se logra por medio de un tornillo fusible (5) que tiene una sección o zona fusible (11) situada en el vástago (10) a cierta distancia de la cabeza (9) del tronillo, de manera que el vástago (10) atraviesa, sucesivamente, la valla (1) a través del agujero (13) practicado a tal efecto y a través del poste (2) atravesando el agujero (14) practicado a tal efecto y queda situada entre la valla (1) y el poste (2) una vez instalado el elemento de unión (3) que conecta valla y poste, como se muestra en la figura 9. La unión (3) puede incorporar una arandela plana (6), preferentemente rectangular, como se muestra en la figura 13, situada en la unión atornillada (3) por debajo de la cabeza (9) del tornillo y por encima de la valla (1) y estando atravesada dicha arandela plana por el vástago (10) del tornillo que pasa a través del agujero central (16) de la arandela plana (6). Dicha unión atornillada fusible (3) también puede estar provista de una segunda arandela plana (7) que también tiene un agujero central (17), preferentemente redondo, como se muestra en la figura 14, situada entre el poste (2) y la tuerca de cierre (8).

40 La ventaja técnica del uso de tales arandelas planas (6) y (7) en combinación con un tornillo fusible (5) consiste en que contribuyen a reforzar localmente la valla (1) y el poste (2) alrededor de la zona de la unión fusible (3) para evitar que, como consecuencia del impacto de vehículos, estos elementos, valla y poste, se deformen localmente alrededor de los agujeros (13) y (14), respectivamente, que forman parte de la unión (3) provista de tornillo fusible

(5). La deformación local de la valla (1) o del poste (2) alrededor de los agujeros (13) y (14), consumiría una parte poco controlable de los esfuerzos transmitidos a la unión fusible (3), perjudicando, de ese modo, al fenómeno de concentración de las fuerzas de deformación que influyen en la sección o zona fusible (11) del tornillo, así como al carácter sumamente cortante de dichos esfuerzos. Todas estas interferencias (dispersión de las fuerzas transmitidas y pérdida del carácter cortante de las fuerzas) perturbaría el control que se puede ejercer sobre el nivel de fuerza y sobre el instante de fusibilidad de la unión atornillada (3).

La unión atornillada fusible (3) entre valla (1) y poste (2), objeto de la presente invención, según se ha descrito anteriormente, presenta importantes ventajas técnicas cuando se usa en una barrera de seguridad metálica configurada únicamente por una valla horizontal continua (1) y postes verticales de soporte (2) dispuestos a intervalos regulares, como la que se muestra en la figura 3. Sin perjuicio de lo anterior, la unión de tipo fusible (3) también ofrece las mismas ventajas técnicas cuando la barrera de seguridad metálica constituida por la valla (1) y postes (2) también incorpora un tirante posterior (25) conectado al poste (2) por medio de una unión atornillada (26), preferentemente, una unión no fusible, como se muestra en la figura 11.

Se pueden obtener las mismas ventajas técnicas cuando el tipo de unión atornillada fusible (3), objeto de la presente invención, se aplica a una barrera de seguridad metálica que tiene dos vallas (1) dispuestas simétricamente a cada lado del poste (2), como se muestra en la figura 12.

Finalmente, si la valla de seguridad que se va a diseñar necesita un nivel de contención ligeramente superior al requerido para contener vehículos de tipo turismo, tal como el requerido para contener camiones o autocares ligeros, cuyo centro de gravedad está situado a una altura superior a la de los turismos, puede ser necesario instalar una pieza intermedia (15) entre la valla (1) y el poste (2), como se muestra en la figura 10, que no corresponde a la invención. Dicha pieza intermedia (15) tendría un tamaño insuficiente para considerarla un auténtico elemento separador, puesto que su única función sería permitir un ligero desplazamiento vertical de la valla (1) respecto al poste (2), en un grado suficiente para compensar el desequilibrio entre las diferentes alturas de los centros de gravedad del vehículo y de la barrera de manera que se mantuviera la estabilidad del vehículo y se evitara que el vehículo pasar por encima de la barrera. En este caso, tanto las uniones atornilladas (3') entre la valla (1) y la pieza intermedia (15), como las uniones atornilladas (3'') entre la pieza (15) y el poste, alternativamente, o ambas uniones (3') y (3''), a la vez, pueden ser uniones de tipo fusible. Esto permitiría cierto desplazamiento ascendente de la valla antes de que se desengranen las uniones fusibles (3') ó (3'').

Otra alternativa constructiva, para lograr la fusibilidad controlada de la unión (3) situada entre valla (1) y poste (2), es usar una arandela fusible (18) en lugar de un tornillo (5) cuyo vástago (10) tiene una sección o zona fusible (11), como se muestra en la figura 15, que no corresponde a la invención. La arandela fusible (18) está instalada por debajo de la cabeza del tornillo (5) y por encima de la valla (1) y permite el paso de la cabeza del tornillo (5) a través de su agujero central (19), tras aplicar una fuerza determinada sobre la unión como consecuencia de la colisión de un vehículo contra la barrera.

En la figura 15 se muestra cómo el vástago "no fusible" (20) de dicho tornillo (5) atraviesa, sucesivamente, la arandela fusible (18) por su agujero central (19), la valla (1) por su agujero central (13), el poste (2) por su agujero (14), la arandela plana (7) por su agujero central (17) y la tuerca de cierre (8).

#### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción y para que se entiendan mejor las características de la invención, mediante el uso de una forma de realización preferente de la aplicación práctica, se adjunta, a continuación, un juego de dibujos. Dichos dibujos son parte integrante de dicha descripción y se entenderá que tienen carácter ilustrativo y no limitante.

**Figura 1.-** Muestra la sección transversal recta de una barrera de seguridad metálica que comprende una valla horizontal continua (1) soportada, por medio de la unión atornillada fusible (3), por un poste vertical (2) insertado en el terreno (4).

**Figura 2.-** Muestra, por medio de las sub-figuras 2a, 2b y 2c, la secuencia típica de lo que ocurre cuando un turismo colisiona lateralmente contra una barrera de seguridad metálica que muestra el comportamiento de la unión fusible (3) situada entre la valla (1) y el poste (2).

**Figura 3.-** Es una vista lateral en perspectiva de una sección de una barrera de seguridad metálica que comprende una valla horizontal continua (1) conectada por medio de uniones atornilladas fusibles (3) a los correspondientes postes verticales (2) que están insertados en el terreno (4), comprendiendo dichas uniones un tornillo fusible (5), una arandela plana rectangular (6) situada por debajo de la cabeza del tornillo y una arandela plana cuadrada (7) situada por debajo de la tuerca de cierre y apriete (8).

**Figura 4.-** Corresponde a una vista en sección longitudinal meridiana de un tornillo metálico fusible (5), que representa la cabeza (9) del tornillo, el vástago (10) y la sección fusible (11).

**Figura 5.-** Es una representación gráfica mediante dos imágenes, 5a y 5b, de la fuerza (F) transmitida al tornillo (5) de la unión fusible (3) desde el turismo que colisiona lateralmente contra la barrera y los esfuerzos (T) provocados posteriormente que afectan a la valla (1) hacia arriba y al poste (2) hacia abajo, sometiendo a esfuerzos cortantes a la sección fusible (11) del vástago (10) del tornillo de la unión atornillada (3) que conecta valla (1) y poste (2).

**Figura 6.-** Muestra dos imágenes, sub-figura 6a y sub-figura 6b, de un tornillo metálico fusible (5) que tiene una sección fusible materializada por una garganta cilíndrica (12) colocada en una sección determinada del vástago (10) por debajo de la cabeza (9) del tornillo. La sub-figura 6a muestra la sección meridiana del tornillo fusible (5) y la sub-figura 6b muestra una vista tridimensional del mismo.

**Figura 7.-** Muestra tres imágenes, sub-figura 7a, sub-figura 7b y sub-figura 7c, de un tornillo metálico fusible (5) que tiene una sección fusible materializada por un par de ranuras (12') hechas en una sección determinada del vástago (10) y perpendiculares al mismo por debajo de la cabeza (9) del tronillo. La sub-figura 7a corresponde a la sección meridiana del tornillo fusible (5) con las dos ranuras (12') hechas en la misma sección, la sub-figura 7b es una vista tridimensional del mismo y la sub-figura 7c muestra la sección meridiana del tornillo fusible (5) con ambas ranuras (12') situadas en dos secciones distintas, pero próximas entre sí, del vástago (10).

**Figura 8.-** Muestra tres imágenes, sub-figura 8a, sub-figura 8b y sub-figura 8c, de un tornillo metálico fusible (5) que tiene una sección fusible materializada por un par de entallas (12'') hechas en una sección determinada del vástago (10) y perpendiculares al mismo por debajo de la cabeza (9) del tornillo. La sub-figura 8a muestra la sección meridiana del tornillo fusible (5) con ambas entallas (12'') hechas en la misma sección, la sub-figura 8b es una vista tridimensional del mismo y la sub-figura 8c muestra la sección meridiana del tornillo fusible (5) con las dos entallas (12'') situadas en dos secciones distintas, próximas entre sí, del vástago (10).

**Figura 9.-** Muestra dos imágenes. La sub-figura 9a muestra una vista en despiece ordenado y la sub-figura 9b muestra una vista ensamblada de la unión atornillada fusible entre una valla (1) y un poste (2) de una barrera de seguridad metálica compuesta por un tornillo fusible (5), caracterizado por tener una sección fusible (11) que atraviesa, sucesivamente, el agujero central (16) de una arandela plana (6) colocada por debajo de la cabeza del tornillo, el agujero central (13) de la valla (1), el agujero (14) del poste (2) y el agujero central (17) de una arandela plana (7) colocada por debajo de la tuerca de cierre y apriete (8) de la unión.

**Figura 10.-** Muestra la sección transversal recta de una barrera de seguridad metálica, que no corresponde a la invención, compuesta por una valla horizontal continua (1) soportada, por medio de una pieza intermedia (15), en un poste vertical (2) insertado en el terreno (4) y en la que la unión (3') situada entre la valla y la pieza intermedia y/o la unión (3'') situada entre la pieza intermedia y el poste es una unión de tipo fusible.

**Figura 11.-** Muestra la sección transversal recta de una barrera de seguridad metálica compuesta por una valla horizontal continua (1) soportada por medio de la unión atornillada fusible (3) que conecta la misma a un poste vertical (2) insertado en el terreno (4) y un tirante posterior continuo (25) conectado al poste por medio de una unión (26).

**Figura 12.-** Muestra la sección transversal recta de una barrera de seguridad metálica doble compuesta por dos vallas horizontales continuas (1) y un poste vertical (2), estando dispuestas dichas vallas simétricamente a cada lado del poste y soportadas ambas vallas por dicho poste al que están acopladas por medio de las uniones atornilladas fusibles (3), mientras que el poste vertical (2) está insertado en el terreno (4).

**Figura 13.-** Muestra la imagen tridimensional de una arandela plana rectangular (6), colocada por debajo de la cabeza del tornillo fusible, que tiene agujero central alargado (16).

**Figura 14.-** Muestra la imagen tridimensional de una arandela plana cuadrada (7), colocada por debajo de la cabeza del tornillo fusible, que tiene un agujero central redondo (17).

**Figura 15.-** Muestra dos imágenes. La sub-figura 15a representa la vista en despiece ordenado y la sub-figura 15b representa la vista ensamblada de la unión atornillada fusible situada entre una valla (1) y un poste (2) de una barrera de seguridad metálica, que no corresponde a la invención, compuesta por la combinación de un tornillo no fusible (5) y una arandela fusible (18) que atraviesa, sucesivamente, el vástago (20) del tornillo, el agujero central (19) de la arandela fusible (18) colocada por debajo de la cabeza del tornillo, el agujero central (13) de la valla (1), el agujero (14) del poste (2) y el agujero central (17) de una arandela plana (7) colocada por debajo de la tuerca de cierre y apriete (8) de la unión.

#### **Ejemplo de una forma de realización de la invención**

Las figuras 1, 3, 6, 9, 11, 12, 13 y 14 muestran una forma de realización específica de la presente invención que comprende una unión atornillada metálica (3) entre la valla (1) y el poste (2) de una barrera de seguridad metálica, que comprende un tornillo metálico (5) que, preferentemente, tiene una cabeza redonda, una arandela plana

5 metálica (6), preferentemente rectangular, situada por debajo de la cabeza (9) del tornillo, otra arandela plana metálica (7), preferentemente cuadrada, situada debajo de la tuerca, y una tuerca de cierre metálica (8), cuyo tornillo (5) tiene en su vástago (10), a una distancia determinada de la cabeza (9) del tornillo, una sección o zona (12), preferentemente cilíndrica, cuyo diámetro es menor que el diámetro del vástago (10) y es en forma de garganta. Dicha zona se denomina la sección o zona fusible, dado que es la zona del vástago (10) y el tornillo (5) que tiene la mínima resistencia mecánica. Por consiguiente, la denominación abarca también al tornillo que se conoce como tornillo fusible.

10 El vástago del tornillo fusible (5) atraviesa, sucesivamente, la arandela plana (6) colocada debajo de la cabeza (9) del tornillo, la valla (1), el poste (2), la arandela plana (7) y la tuerca (8) que es el componente que cierra y aprieta la unión atornillada (3), como se muestra en la figura 3. Más específicamente, dicho vástago (10) atraviesa, sucesivamente, el agujero central (16) de la arandela plana rectangular (6), el agujero central (13) de la valla (1), el agujero (14) del poste (2), el agujero central (17) de la arandela plana cuadrada (7) y el agujero central de la tuerca de cierre y apriete (8), como se muestra en la figura 9.

15 La posición de la sección o zona fusible (12) a lo largo del vástago (10) del tornillo fusible (5) es tal que una vez ejecutada de manera definitiva la unión (3) entre la valla (1) y el poste (2), como se muestra en la figura 9, la sección o zona fusible (12) mecanizada en el vástago (10) como muesca a modo de garganta, se limita, aproximadamente, a la zona en el interior de los agujeros (13) de la valla (1) y (14) del poste (2) y, por lo tanto, se puede considerar que la superficie teórica que separa la valla (1) y el poste (2) "cortaría" el vástago (10) del tornillo (5) que conecta a ambos en la zona fusible (12).

20 La unión atornillada (3) de tipo fusible controlado, entre valla (1) y poste (2), se aplica tanto a una barrera de seguridad metálica que comprende únicamente una valla horizontal continua (1) soportada por postes verticales (2), dispuestos a intervalos regulares e insertados en el terreno (4), como se muestra en la figura 1, como a una barrera metálica que tiene, además de los componentes que se han mencionado anteriormente, uno o dos tirantes horizontales continuos posteriores (25) fijados a la parte posterior de los postes (2), como se muestra en la figura 11, o a barreras metálicas dobles, es decir, barreas compuestas por dos vallas (1) dispuestas simétricamente a cada lado de los postes (2), como se muestra en la figura 12.

25 30

**Referencias citadas en la descripción**

35 La presente lista de referencias que cita el solicitante es sólo para comodidad del lector. La misma no forma parte del documento de patente europea. A pesar de que se ha prestado gran atención a la hora de recopilar las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP niega toda responsabilidad en este sentido.

**Documentos de patente citados en la descripción**

- 40 • GB 1141012 A [0017] • WO 2005028757 A [0018]  
 • WO 2005028757 A [0018]

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Barrera de seguridad metálica para uso en los márgenes y medianas de carreteras para contención de  
vehículos que comprende al menos una valla horizontal (1) y una serie de postes verticales (2), teniendo  
dicha valla (1) una serie de orificios (13), teniendo cada uno de dichos postes (2) un orificio (14), siendo  
dicha barrera del tipo que contiene impactos laterales de vehículos con un desacoplamiento controlado de  
valla (1) y poste (2) según un valor umbral de desacoplamiento preestablecido, **caracterizada porque** dicha  
10 barrera comprende un mecanismo de unión atornillada de valla (1) y poste (2), comprendiendo dicho  
mecanismo de unión atornillada un tornillo fusible (5), teniendo dicho tornillo (5) un vástago (10), teniendo  
dicho vástago (10) una zona (11) de menor resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') que el resto del vástago  
(10), estando situada dicha zona de menor resistencia mecánica a una distancia determinada de la cabeza  
(9) del tornillo y en una posición tal que, una vez ejecutada la unión atornillada (3), dicha sección que tiene  
15 menor resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') está colocada, a la vez, tanto dentro del agujero (13) de la  
valla (1) como del agujero (14) del poste (2).
2. Barrera de seguridad, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha zona (11) de menor  
resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') del vástago (10) se ha obtenido aplicando un tratamiento térmico.
- 20 3. Barrera de seguridad, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha zona (11) de menor  
resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') del vástago (10) se ha obtenido aplicando un tratamiento químico.
4. Barrera de seguridad, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha zona (11) de menor  
resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') del vástago (10) consiste en una sección a modo de garganta.
- 25 5. Barrera de seguridad, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha zona (11) de menor  
resistencia mecánica (11, 12, 12', 12'') del vástago (10) consiste en al menos una ranura (12', 12'') que está  
inclinada respecto al eje perpendicular del vástago (10).
- 30 6. Barrera de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la  
barrera comprende además una valla horizontal adicional que está instalada, simétricamente a la primera  
valla horizontal, en el otro lado de los postes (2).
- 35 7. Barrera de seguridad, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** la barrera  
comprende además al menos un tirante posterior continuo (25) conectado a cada poste (2) por medio de  
una unión (26).
- 40

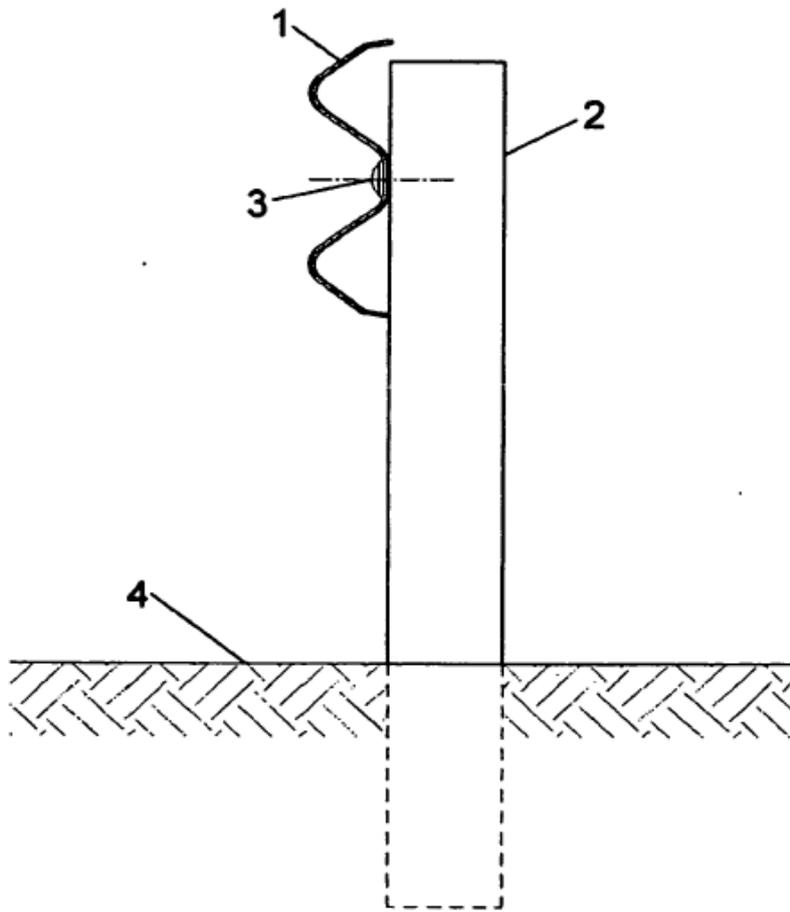


FIG. 1

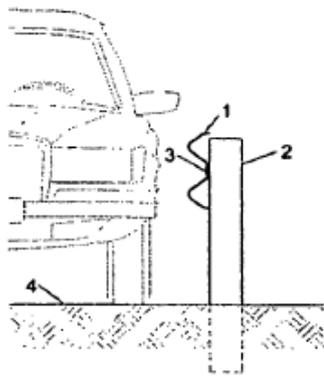


FIG. 2a

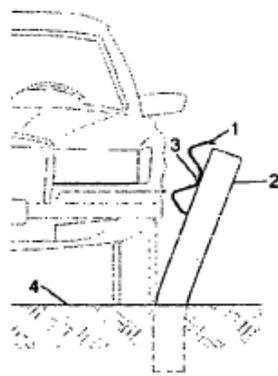


FIG. 2b

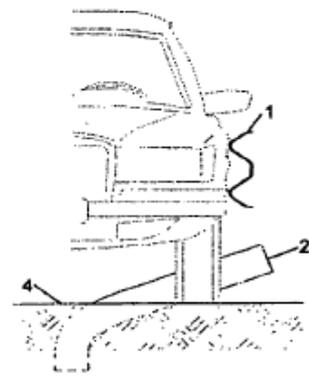


FIG. 2c

FIG. 2

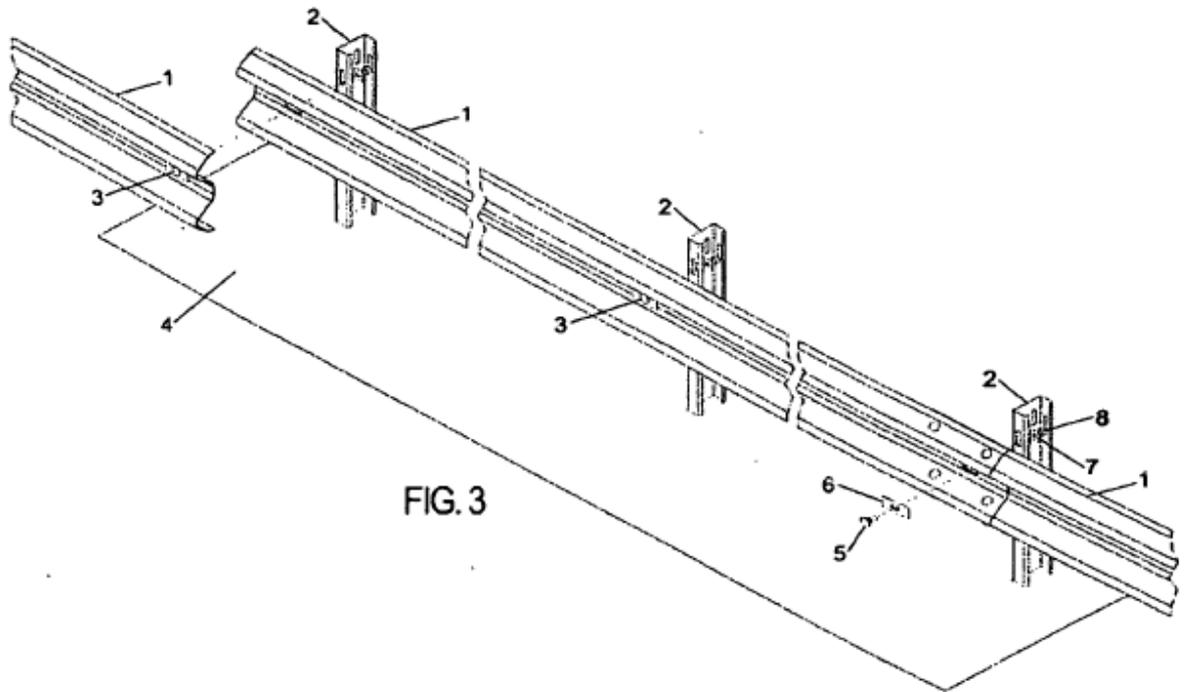


FIG. 3

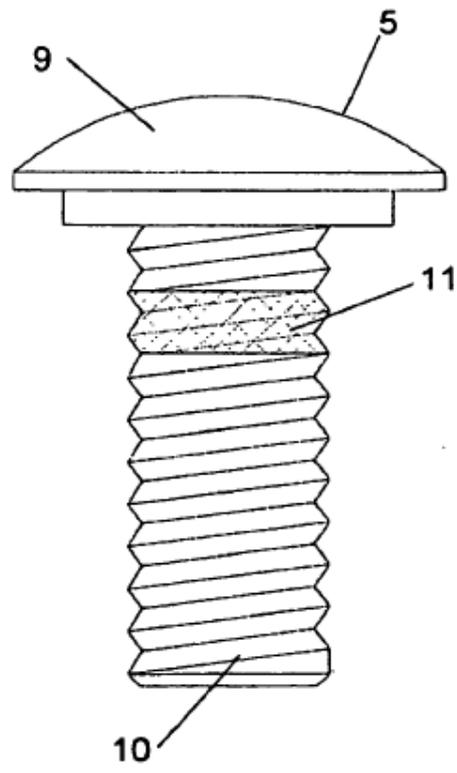


FIG. 4

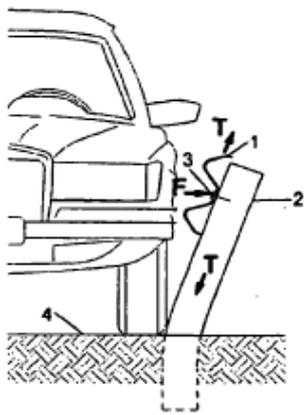


FIG. 5a

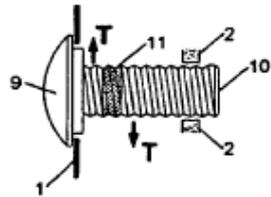


FIG. 5b

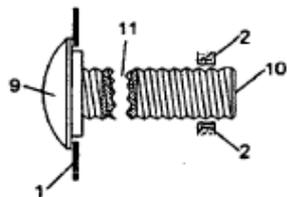


FIG. 5c

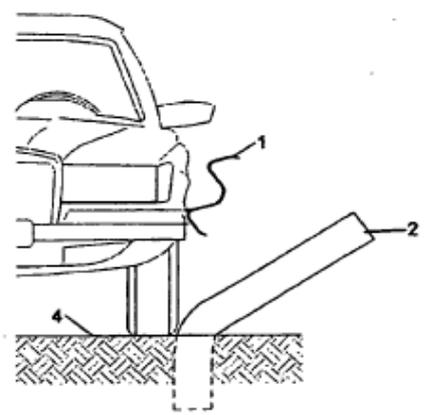


FIG. 5d

FIG. 5

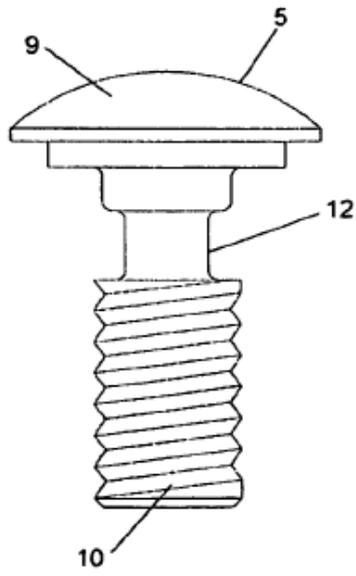


FIG. 6a

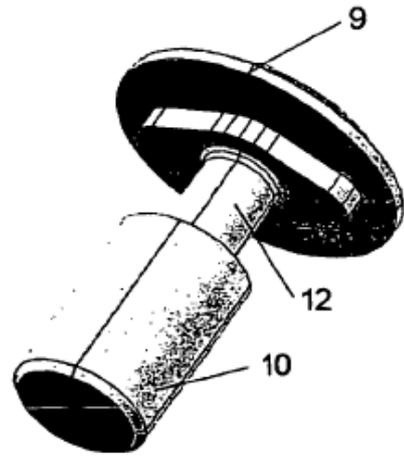


FIG. 6b

FIG. 6

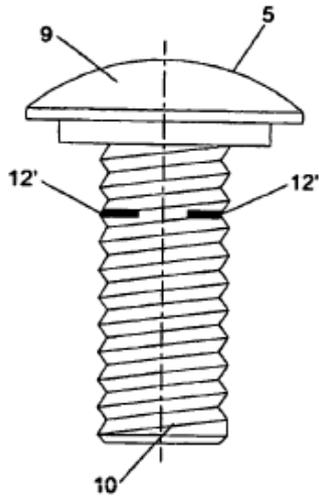


FIG. 7a

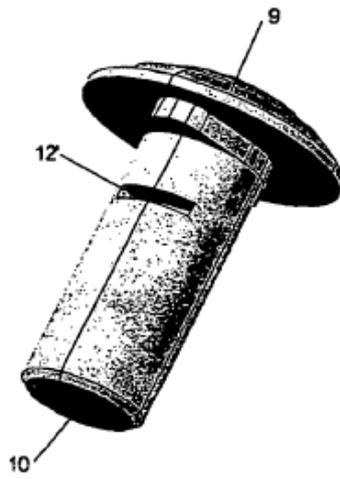


FIG. 7b

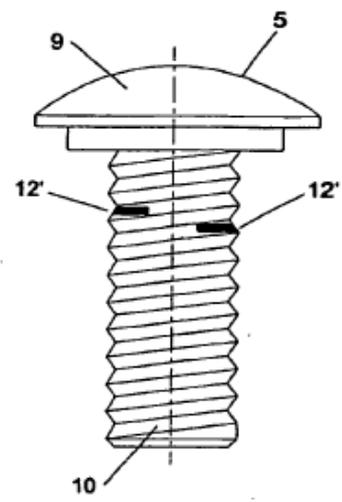


FIG. 7c

FIG. 7

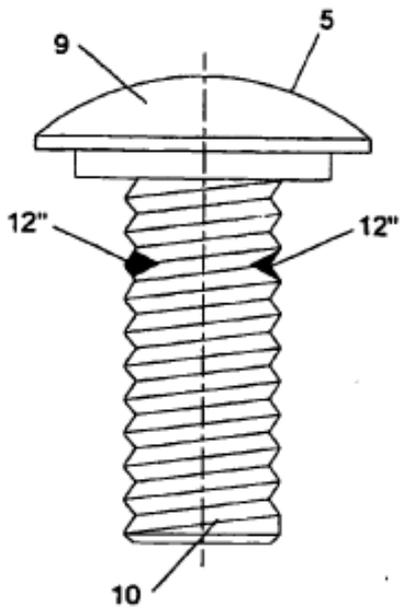


FIG. 8a

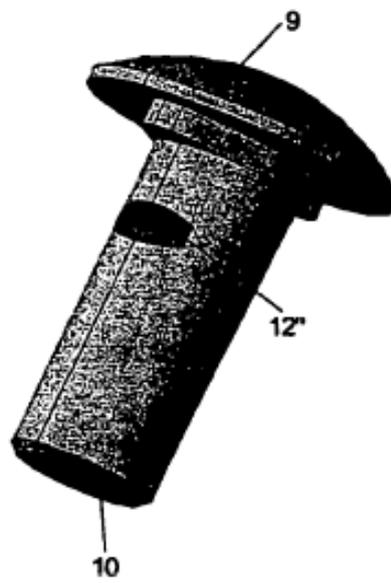


FIG. 8b

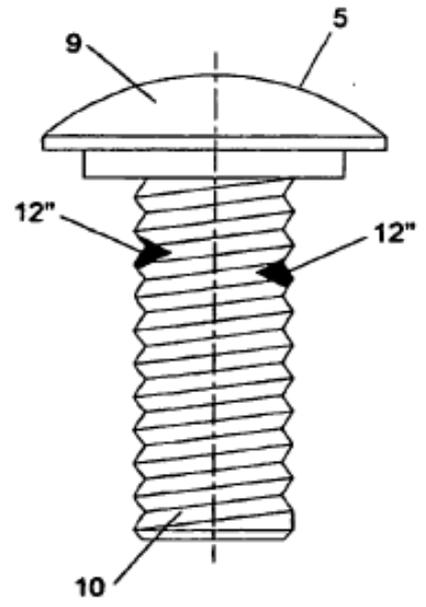


FIG. 8c

FIG. 8

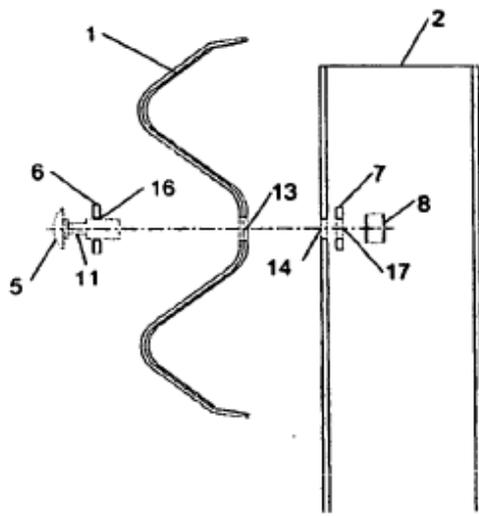


FIG. 9a



FIG. 9

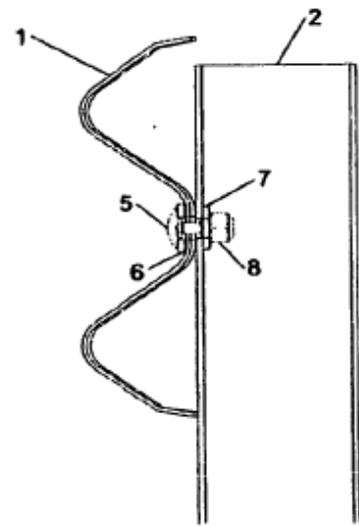


FIG. 9b

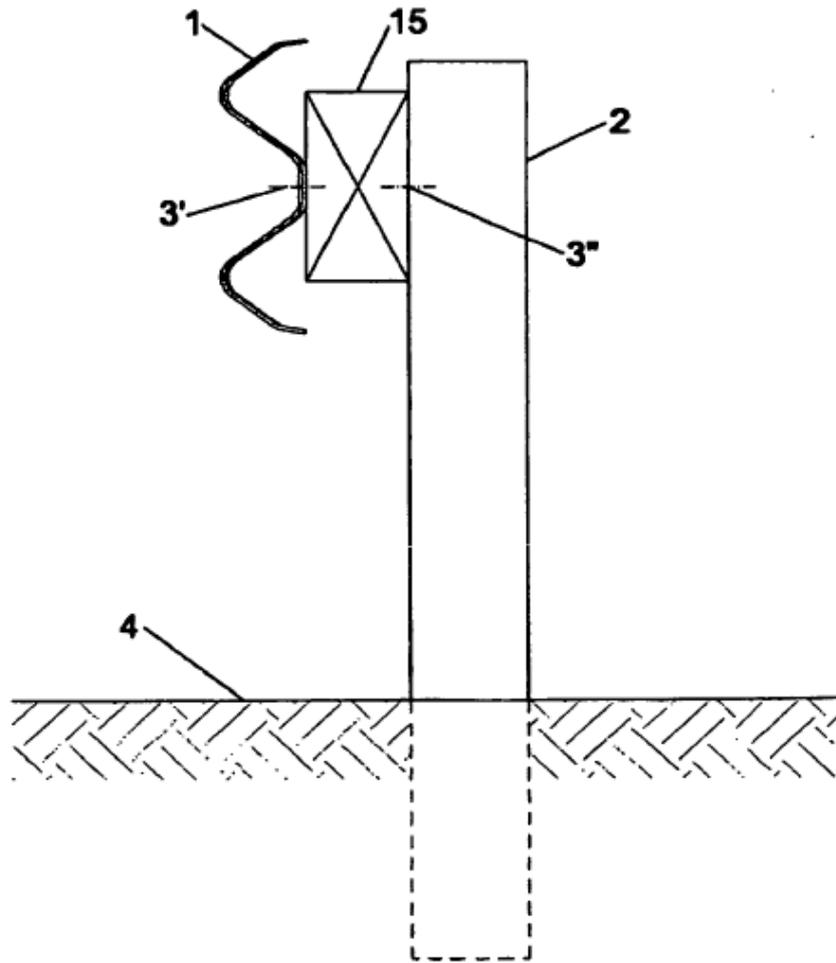


FIG. 10

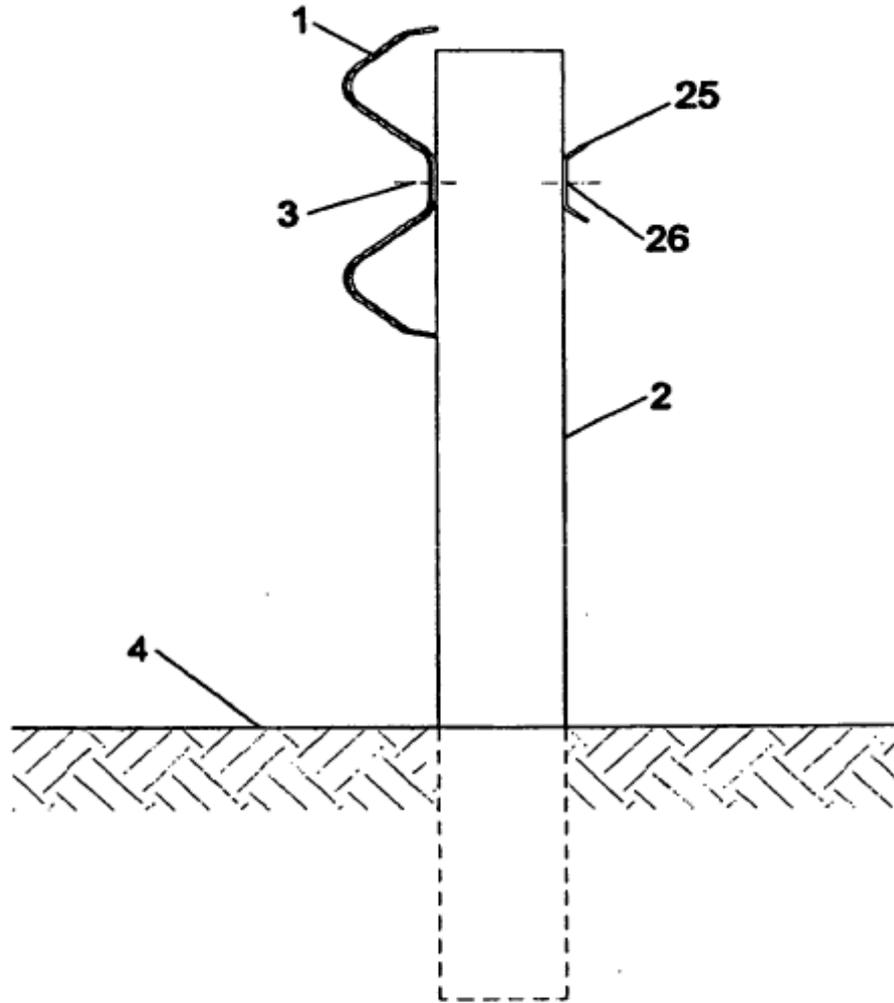


FIG. 11

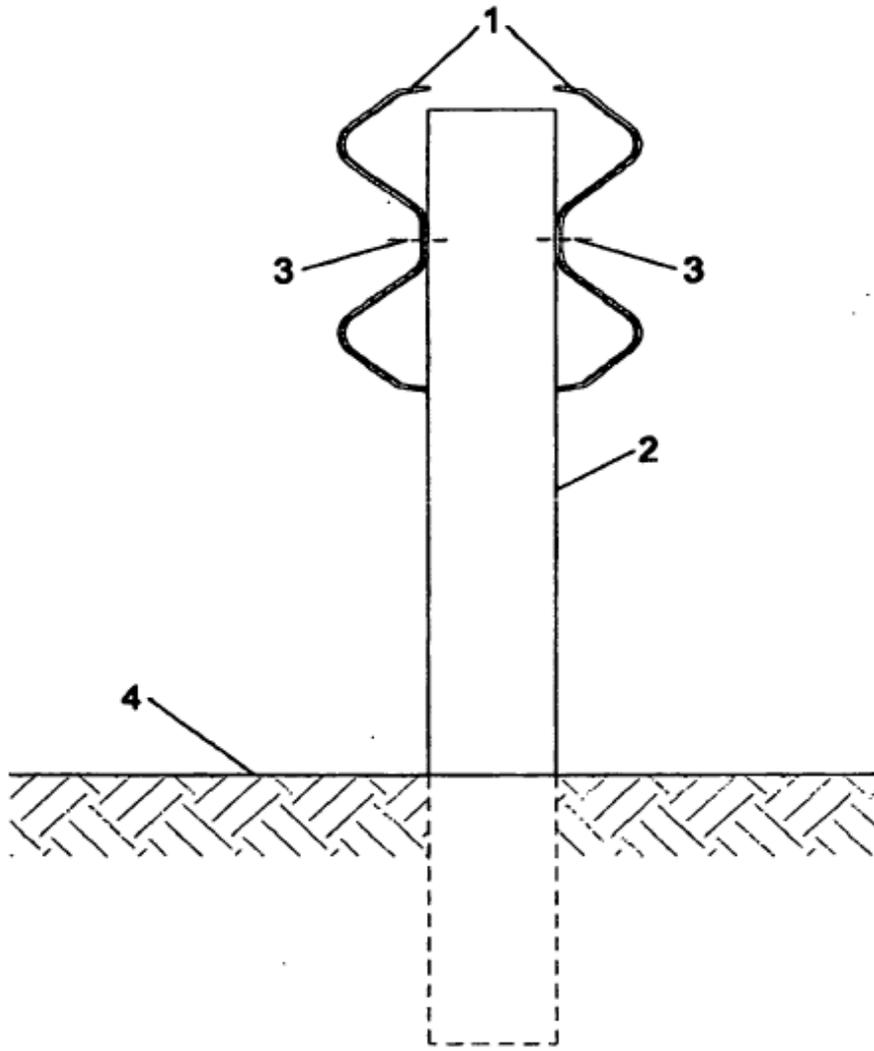


FIG. 12

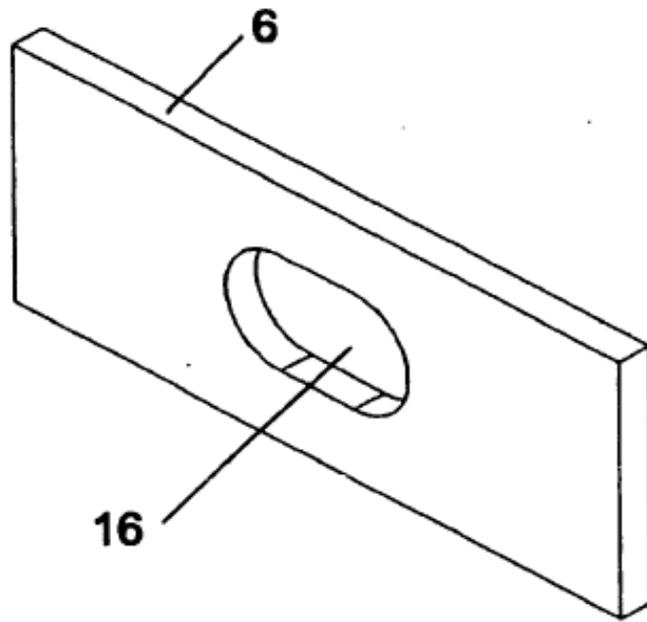


FIG. 13

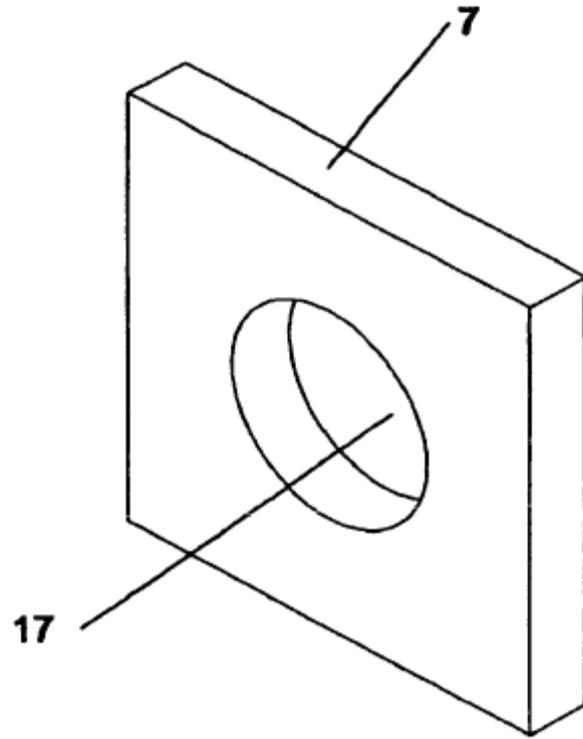


FIG. 14

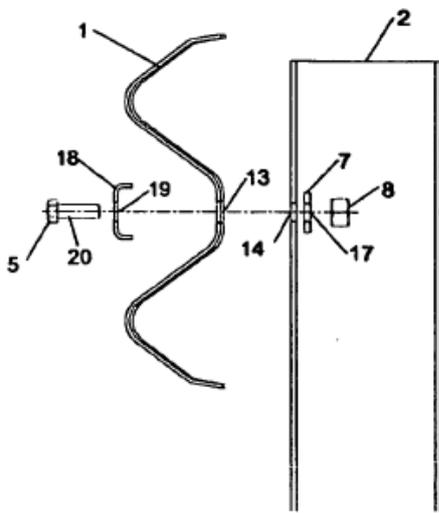


FIG. 15a

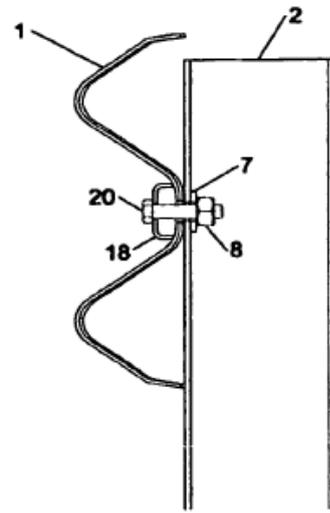


FIG. 15b

FIG. 15