

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 307**

51 Int. Cl.:

**E04B 1/36** (2006.01)

**E04B 1/98** (2006.01)

**E04H 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2009** **E 09788649 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015** **EP 2396479**

54 Título: **Amortiguador histerético torsional multidireccional (MTHD)**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.01.2016**

73 Titular/es:

**DICLELI, MURAT (100.0%)**  
**Orta Dogu Teknik Universitesi Muhendislik**  
**Bilimleri Bolumu**  
**06531 Ankara, TR**

72 Inventor/es:

**MILANI SALEM, ALI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 557 307 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**

Amortiguador hysterético torsional multidireccional (MTHD)

**Campo relacionado de la invención**

5 La invención se refiere a dispositivos resistentes sísmicos (antisísmicos) y, en particular, a amortiguadores hysteréticos sísmicos, utilizados para proteger las estructuras contra terremotos fuertes. Estos dispositivos se instalan en puntos en los que se esperan grandes desplazamientos debido a sacudidas de terremotos, tales como entre la cubierta de puente y puntos de apoyo (viga de tapa de pila).

**Antecedentes de la invención (técnica anterior)**

10 Los amortiguadores son disipadores de energía. Disipan la energía cinética colocada en ellos debido al movimiento relativo de dos extremos (de montaje). Hablando en términos de fuerza-desplazamiento en lugar de energía, trabajan ejerciendo una fuerza sobre sus extremos en movimiento que siempre se opone al desplazamiento relativo de los dos extremos. Llamaremos a esta fuerza, que se puede utilizar como medida de la capacidad de disipación de energía del amortiguador, la 'fuerza de reacción' del amortiguador. En amortiguadores hysteréticos dicha propiedad se logra utilizando el comportamiento hysterético de metales.

15 Los amortiguadores hysteréticos multidireccionales disponibles para puentes en la técnica anterior son un dispositivo compuesto de elementos con forma de media luna como se describe en el documento US 5.806.250 y elementos disipadores de energía de espiga en disminución y el dispositivo compuesto de abrazaderas en C como se describe en el documento US 5.509.238. En la técnica anterior también hay disponibles otros amortiguadores hysteréticos, aunque no tienen acción multidireccional, tales como los elementos disipadores de energía con forma de mariposa.

20 Otro montaje absorbente de choques de la técnica anterior es básicamente un aislante de vibración como se describe en el documento US 3.730.463 con caucho anular autocentrante que trabaja como elemento amortiguador de resorte. El uso de caucho, como en el caso de aislantes elastoméricos de puente, es para crear una conexión blanda y aumentar el periodo natural de la estructura soportada y por tanto hacerla menos vulnerable a movimientos tipo choques. La función de un amortiguador hysterético como el presentado en la presente invención, por otro lado,  
25 no es el aislamiento de la estructura sino en cambio aumentar la disipación de energía al proporcionar una fuerza disipadora a través de la deformación de metales. Aunque el montaje absorbente de choques puede poseer ligera amortiguación, no es un amortiguador hysterético y al ser un sistema autocentrante no puede tener una gran amortiguación.

30 En dispositivos multidireccionales compuestos de disipadores de energía con forma de media luna, patente italiana nº MI96A1447, se utilizan vigas de sección variable curvadas como disipadores de energía. Estos elementos disipadores de energía tienen una forma para permitir la deformación uniforme a lo largo de la longitud del elemento y están dispuestos para crear un dispositivo simétrico en el que todos estos disipadores de energía 'individuales' trabajan juntos como una unidad para crear una gran fuerza de reacción.

35 En el dispositivo compuesto de abrazaderas en C, placas con forma de C (o con forma de U) se disponen en un dispositivo multidireccional en una disposición simétrica. Placas con forma de C proporcionan disipación de energía hysterética ya que se doblan y deforman a lo largo de la anchura, en una desviación de pliegue/despliegue.

40 Elementos de espiga en disminución son vigas rectas con secciones circulares variables a lo largo de la longitud, de modo que la flexión provoca deformación uniforme a lo largo de la altura, evitando concentración de tensiones. Debido a su simetría 'inherente' a lo largo de todas direcciones, se pueden disponer simplemente en un sistema de amortiguador multidireccional sin la necesidad de ningún mecanismo para llevarlas a la acción multidireccional.

Las diferencias principales entre el dispositivo inventado (MTHD) y los dispositivos existentes mencionados anteriormente se explican en la siguiente sección.

**Objetivos de la invención**

45 El objetivo de la presente invención es desarrollar un amortiguador hysterético multidireccional, de comportamiento mejor o tan eficaz como los amortiguadores hysteréticos disponibles y económico de fabricar. En lo que concierne al comportamiento, la diferencia principal entre el dispositivo inventado y los disponibles se puede resumir como:

1. Rigidez postelástica variable como resultado de su mecanismo de trabajo especial que crea un efecto de endurecimiento geométrico que se explicará posteriormente y se muestra en una gráfica en la figura 13,
- 50 2. Longitud de brazo (y carril) fácilmente ajustable permite propiedades fácilmente ajustables del dispositivo: fuerza de reacción y máximo desplazamiento permisible.

3. El dispositivo permite los desplazamientos verticales relativos entre los puntos de anclaje superior e inferior sin interferencia de dichos desplazamientos con el comportamiento pretendido del sistema en la dirección horizontal.

#### Breve descripción de la invención

- 5 Aunque el uso de núcleos de acero cilíndricos como elementos amortiguadores hysteréticos se conoce en la técnica anterior, el diseño mediante el que se ensamblan en un amortiguador hysterético multidireccional es la característica nueva y exclusiva de la presente invención.

Las piezas básicas de la presente invención consisten en;

Núcleos de deformación con conjunto de brazo (compuestos por las piezas 1, 2, 4, 7, 8, 9),

Una estructura de soporte central (compuesta por las piezas 5, 6),

- 10 Un sistema de carriles (compuesto por las piezas (10, 11)).

#### Definición de las figuras

Con el fin de explicar la presente invención con más detalle, se han preparado las figuras necesarias y se han adjuntado a la descripción. La lista y la definición de las figuras se dan más adelante.

- 15 Figura 1. Vista isométrica 3D del dispositivo con el sistema de carriles retirado para permitir ver mejor todas las piezas de debajo,

Figura 2. Vista isométrica 3D del sistema de carriles,

Figura 3. Vista isométrica 3D del dispositivo con el croquis superpuesto del sistema de carriles,

Figura 4. Vista lateral del dispositivo con el sistema de carriles retirado,

Figura 5. Vista superior del dispositivo con el sistema de carriles retirado,

- 20 Figura 6. Vista superior del dispositivo entero con todas las piezas mostradas (sin líneas ocultas),

Figura 7. Vista en corte S1-S1 según la Figura 4,

Figura 8. Vista en corte S2-S2 según la Figura 5,

Figura 9. Vista S3-S3 según la Figura 6,

Figura 10. Sistema de carriles, vista inferior,

- 25 Figura 11. Sistema de carriles, vista superior.

Figura 12. Uno de los brazos y su carril correspondiente mostrados en posiciones sin desplazamiento y con desplazamiento.

Figura 13. Diagrama de fuerza-desplazamiento del dispositivo cuando el desplazamiento se impone en la dirección de uno de los carriles (cualquiera) y asumiendo comportamiento elastoplástico para el acero.

- 30 **Definición de los elementos (características/componentes/piezas) en las figuras**

1. Núcleo de deformación.

2. Brazo.

- 35 3. El rodamiento de núcleo es un rodamiento de acero ordinario utilizado para crear la conexión de bisagra entre el núcleo (1) y el diafragma de placa (6). Dado que se utiliza en la conexión núcleo-diafragma, se le denomina rodamiento de 'núcleo' para distinguirlo del rodamiento de brazo,

4. El rodamiento de brazo es un rodamiento de acero ordinario utilizado para crear la conexión de bisagra de rodillo entre el brazo (2) y el carril (10),

5. Columna de soporte.

6. Diafragma de placa, en forma de octágono o círculo, con orificios circulares,

- 40 7. Vástagos de montaje cilíndricos y sólidos soldados al brazo para montar el rodamiento de brazo,

8. Anillo(s) cilíndrico hueco superior soldado en la parte superior al vástago cilíndrico para sostener los rodamientos de brazo en su sitio. También se puede utilizar cualquier otro tipo de conexión tal como un pasador(es) en lugar de anillo(s) cilíndrico(s) hueco(s),
- 5 9. Anillo(s) cilíndrico(s) hueco(s) inferior(es) para sostener el rodamiento de brazo en su sitio. También se puede utilizar cualquier otro tipo de conexión tal como un pasador(es) en lugar de anillo(s) cilíndrico(s) hueco(s),
10. Carril(es), hay ocho, como parte del sistema de carriles. Carriles guía para rodamiento(s) de brazo.
11. Placa superior octogonal (una parte del sistema de carriles) con sus rendijas (o cualquier otra disposición apropiada de rendijas dependiendo del tipo de conexión) para permitir la conexión superior del dispositivo (a la cubierta de puente),
- 10 12. Placa de base, para conectar todo el dispositivo a la base (viga de tapa de pila).

**Descripción detallada de la invención:**

El dispositivo amortiguador histerético mencionado relacionado con la presente invención consiste en tres piezas principales;

15 1. Núcleos de deformación: Junto con el conjunto de brazo que incluye un rodamiento de acero (4) para crear una conexión tipo bisagra de rodillo entre el brazo (2) y el sistema de carriles y permitir movimiento sin rozamiento del extremo de brazo (2) dentro del carril (10). El brazo (2) está soldado al núcleo (1) en un extremo y en el otro extremo tiene un vástago sólido cilíndrico (7) soldado a él que sirve como eje de montaje para el rodamiento (4) de brazo, todos mostrados en la figura 8. También hay dos anillos (8, 9) en los lados superior e inferior del rodamiento (4) de brazo para fijarlo en el sitio. También se puede utilizar cualquier otro tipo de conexión tal como un pasador(es) en lugar de los anillo(s) cilíndrico(s) hueco(s) superior e inferior (8, 9). El anillo superior (8) está soldado al vástago de montaje (7). Los núcleos de deformación (1) son elementos de disipación de energía de dicho amortiguador histerético de la presente invención y están hechos de acero. Los núcleos (1) se deforman, principalmente debido a grandes esfuerzos cortantes torsionales, y disipan energía a medida que los brazos (2) se mueven de un lado a otro. Los núcleos de deformación (1) están soldados a la placa de base (12), así todo el dispositivo (amortiguador histerético) se puede conectar a la viga de tapa de pila del puente a través de la placa de base (12).

20 2. La estructura de soporte: La estructura de soporte está compuesta de una columna de soporte de acero sólido central (5) y un diafragma de placa (6) soldado a ella. El diafragma de placa (6) se conectará a los núcleos de deformación (1) a través de rodamientos (3) de núcleo. Los rodamientos (3) de núcleo se incorporan para crear una conexión de bisagra (torsional) entre los núcleos de deformación (1) y el diafragma de placa (6), permitiendo la torsión libre de los núcleos (1). La función principal de la columna de soporte (5) es soportar los núcleos de deformación (1) contra la flexión. Debido a su gran rigidez lateral y su conexión paralela con los núcleos (1), la columna de soporte central (5) cogerá la mayor parte del momento de flexión y así evitará grandes tensiones por flexión en los núcleos de deformación (1) que están pensados para deformarse casi en corte torsional puro.

30 La columna de soporte central (5) puede ser de cualquier otra forma, tal como una caja o un prisma octogonal siempre que proporcione la rigidez lateral necesaria. La columna de soporte central (5) se soldará a la placa de base (12). La conexión del diafragma de placa (6) a la columna de soporte (5) también es por soldadura en la parte superior y la parte inferior del orificio central del diafragma de placa (6).

35 3. El sistema de carriles: El sistema de carriles facilita la conexión entre la cubierta de puente y los brazos (2). El sistema de carriles se puede conectar a la cubierta mediante espigas y orificios y, en caso necesario, una unidad de transmisión de choques. Se compone de una placa octogonal superior (11) con orificios ranurados en ella y carriles (10) soldados a esta placa (11). Los carriles (10) pueden ser placas de acero soldadas juntas para formar una sección de canal o, en caso de que haya disponibles secciones de canal laminadas con dimensiones adecuadas, se pueden utilizar como carriles (10). Dependiendo del caso, podrían ser necesarios elementos de rigidez laterales para hacer rígida lateralmente la parte en voladizo de los canales de carril. La conexión de la placa octogonal superior (11) a la cubierta se hace mediante barras (espigas) incrustadas dentro de la cubierta de hormigón del puente.

40 El sistema de carriles junto con los rodamientos (4) de brazo, forma la conexión deseada (conexión tipo bisagra de rodillo) entre los extremos de brazo (2) y la cubierta de puente. Con este tipo de conexión, cada brazo (2) siempre será desplazado lateralmente (respecto a su carril correspondiente) independientemente de la dirección de movimiento de la cubierta de puente y el brazo (2) no necesita seguir la componente del desplazamiento de cubierta a lo largo del carril (10). Esto es cierto para los ocho carriles (10). Como se ilustra en la figura 12, en la posición sin deformar, cada brazo (2) está paralelo a su carril (10). A medida que se impone desplazamiento en el dispositivo, los brazos (2) rotan y aumenta el ángulo,  $\theta$ , entre el brazo (2) y su carril (10). Dado que el brazo (2) tiene que retorcer el núcleo de deformación (1) a medida que rota, se creará una fuerza cortante (V) en el brazo (2), perpendicular a él (figura 12). Esta fuerza cortante debe equilibrarse con la componente de la fuerza F normal al brazo (2) en la interfaz rodamiento de brazo-carril (extremo de brazo y carril) como se muestra en la figura 12. Esta fuerza, debido a la

45

50

55

presencia del rodamiento (4) de brazo, siempre es perpendicular al carril (10). Sin embargo, sus dos componentes a lo largo y perpendicular al brazo (2) dependen del ángulo,  $\theta$ , entre el brazo (2) y su carril (10):

$$V=F \cdot \text{Cos}(\theta)$$

$$H=F \cdot \text{Sen}(\theta)$$

- 5 Esto significa que para que una fuerza cortante  $V$  (que es la fuerza eficaz para crear momento torsional en el núcleo) que se crea en el brazo (2), la fuerza,  $F$ , debe ser igual a:

$$F=V/\text{Cos}(\theta)$$

- 10 A medida que aumenta el ángulo,  $\theta$ , incluso si  $V$  permanece constante (asumiendo un comportamiento elastoplástico para el acero),  $F$  aumentará, dando al dispositivo su capacidad de endurecimiento geométrico. Se debe mencionar que la suma de la componente de estas fuerzas ( $F$ ) a lo largo de la dirección de desplazamiento, procedente de los ocho carriles (10) es igual a la fuerza de reacción del dispositivo amortiguador histerético. Esto es, la fuerza de reacción del dispositivo depende de su nivel de desplazamiento incluso en alcance plástico y comportamiento de material elastoplástico. Este comportamiento de endurecimiento se muestra en la figura 13.
- 15 Además, esto significa que el desplazamiento no puede superar un cierto límite. Teóricamente, el desplazamiento limitador es igual a la longitud del brazo (2). Este desplazamiento corresponde a  $\theta = 90^\circ$ . Sin embargo, dado que en ángulos cercanos a  $90^\circ$  la fuerza axial generada en el brazo (2) y la fuerza,  $F$ , serán extremadamente grandes, el límite práctico para este desplazamiento se puede establecer a, digamos, "longitud de brazo  $\times \text{sen}(60)$ ", correspondiente a una rotación máxima de  $60^\circ$ . Considerando algunos casos específicos, si el desplazamiento anticipado en la cubierta de puente aumentara por encima de esta cantidad, se debería considerar un dispositivo
- 20 histerético mayor.

**REIVINDICACIÓN**

1. Amortiguador histerético torsional multidireccional como dispositivo antisísmico de tipo histerético con acción multidireccional para protección de estructuras contra terremotos caracterizado por que, está compuesto por;

5 al menos ocho núcleos idénticos de deformación (1), con forma de cilindro de diámetro variable, que pueden deformarse, sirviendo como elementos disipadores de energía al deformarse debido a los grandes esfuerzos cortantes torsionales creados a través de los brazos (2) soldados a ellos, mientras los brazos rotan de un lado a otro y crean torsión en los núcleos de deformación (1), cada uno los núcleos de deformación (1) tiene un brazo (2) soldado a él en su parte superior y cada uno de los núcleos de deformación (1) está soldado a una placa de base (12) en su parte inferior y manteniendo una conexión de bisagra torsional con un diafragma de placa (6), en forma de octágono, mediante el uso de rodamientos (3) de núcleo en la conexión de núcleos de deformación - diafragma de placa (6),

10 una estructura de soporte compuesta de una columna de soporte (5) y el diafragma de placa (6), cuya función es soportar los núcleos de deformación (1) contra flexión al coger la mayor parte del momento de flexión y así impedir excesiva flexión en los núcleos de deformación (1) que están pensados para deformarse a torsión mientras son retorcidos por la rotación de los brazos,

15 un sistema de carriles que comprende carriles idénticos (10) en forma de sección de canal en el mismo número que los núcleos de deformación (1) más una placa superior octogonal (11), con los carriles (10) soldados a la placa superior (11) mientras se colocan paralelos a los brazos (2), cuyas funciones son guiar el movimiento de los brazos (2) en los puntos extremos de los brazos en los que se proporcionan rodamientos (4) de brazo para crear, en combinación con los carriles, una conexión tipo bisagra de rodillo entre los extremos de brazos (2) y la estructura que se va a proteger,

20 los rodamientos (4) de brazo están montados en vástagos de montaje cilíndricos (7) en los puntos extremos de los brazos (2) y son mantenidos en el sitio por anillos cilíndricos huecos superiores (8) y anillos cilíndricos huecos inferiores (9) mientras los anillos cilíndricos huecos superiores (8) están soldados en la parte superior a los vástagos de montaje cilíndricos (7),

25 la placa superior (11) está provista de orificios ranurados que proporcionan la conexión del amortiguador histerético torsional multidireccional a una cubierta de puente.

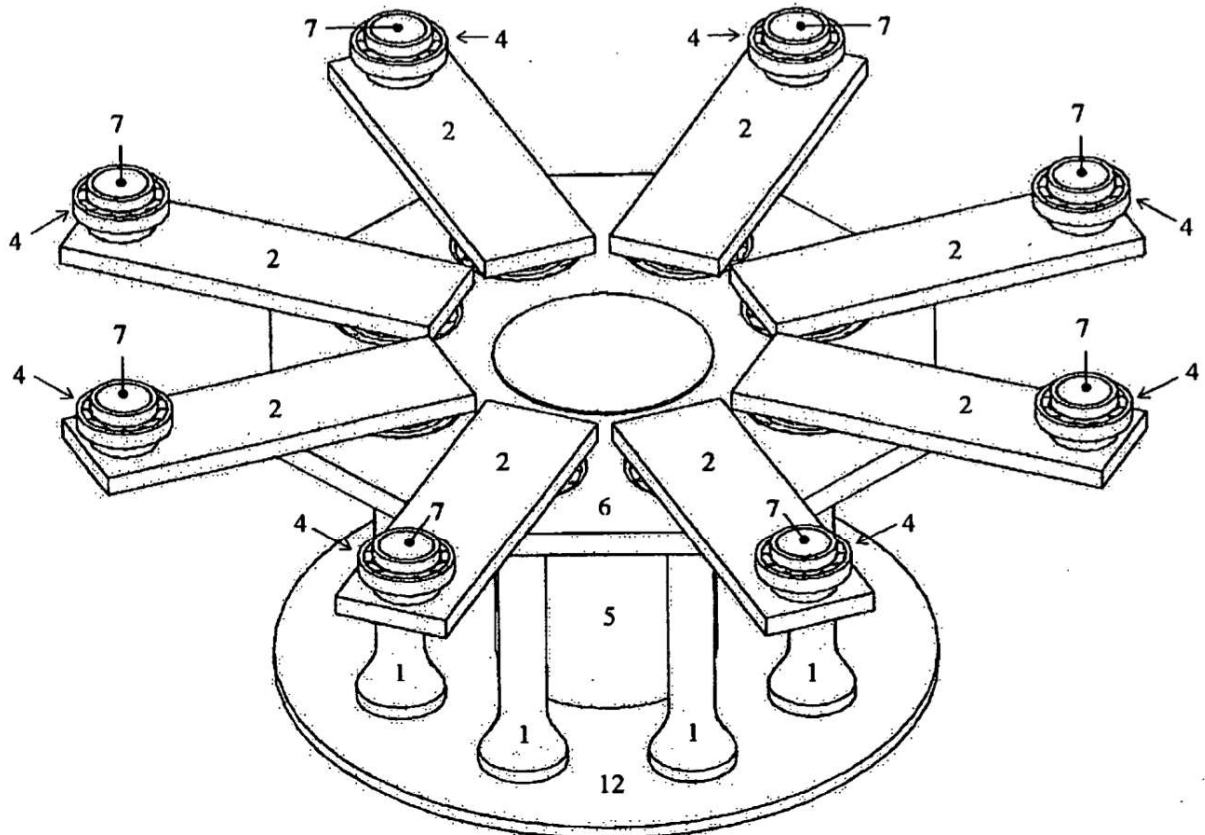


FIGURA 1

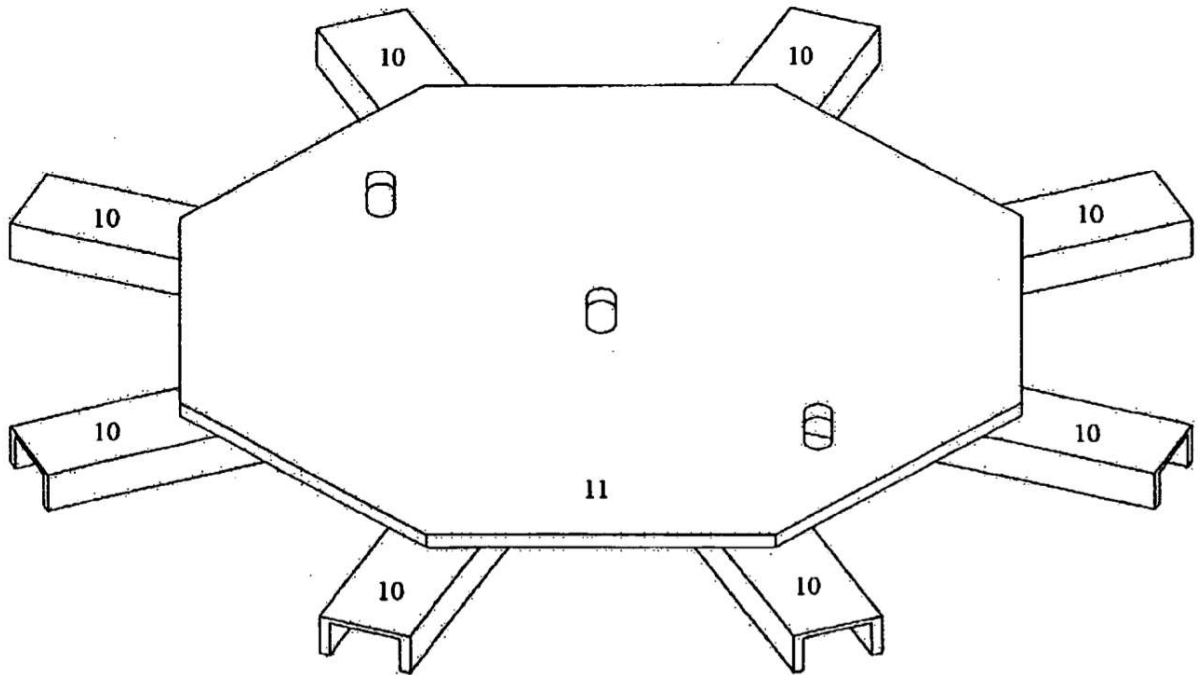


FIGURA 2

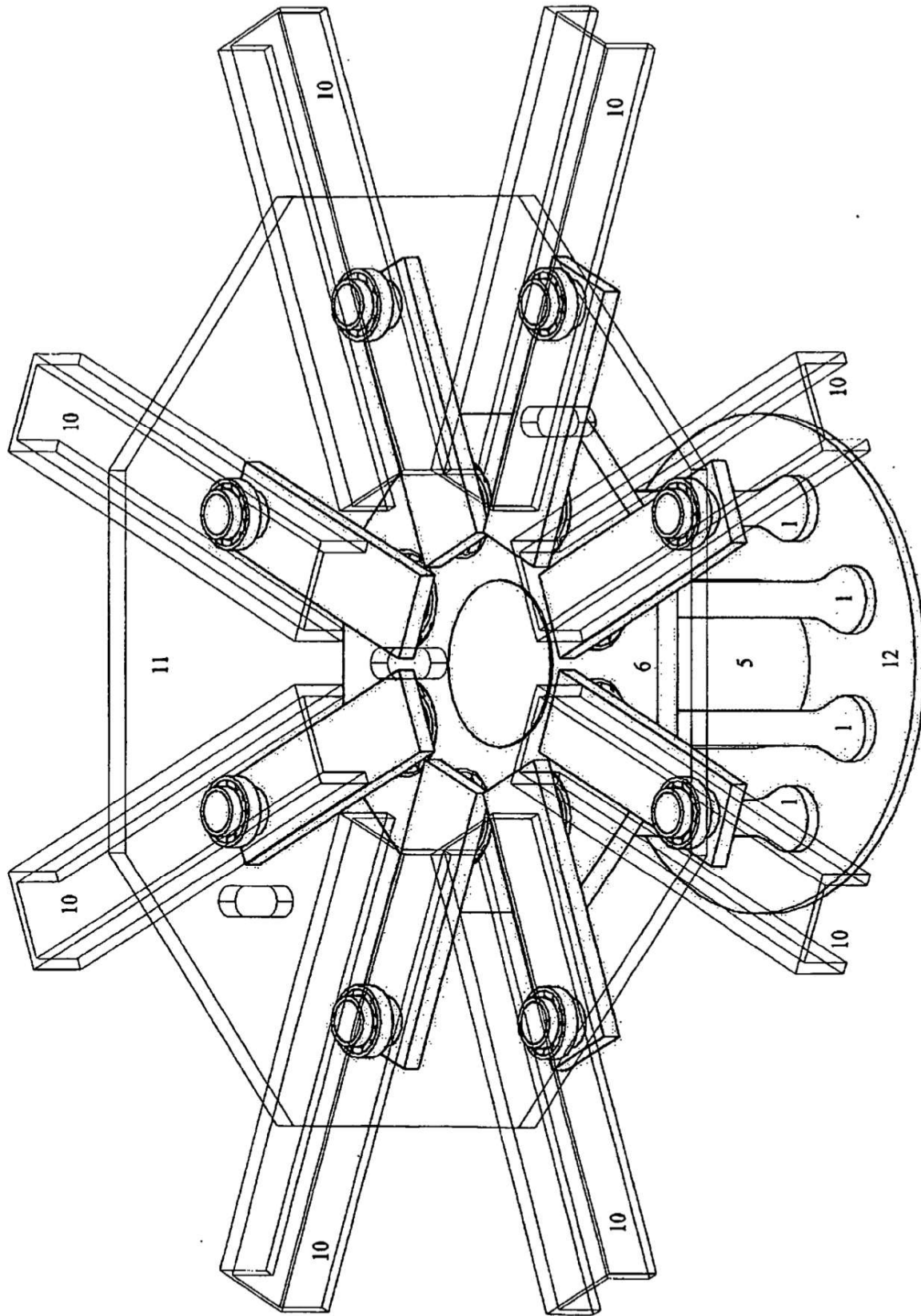


FIGURA 3



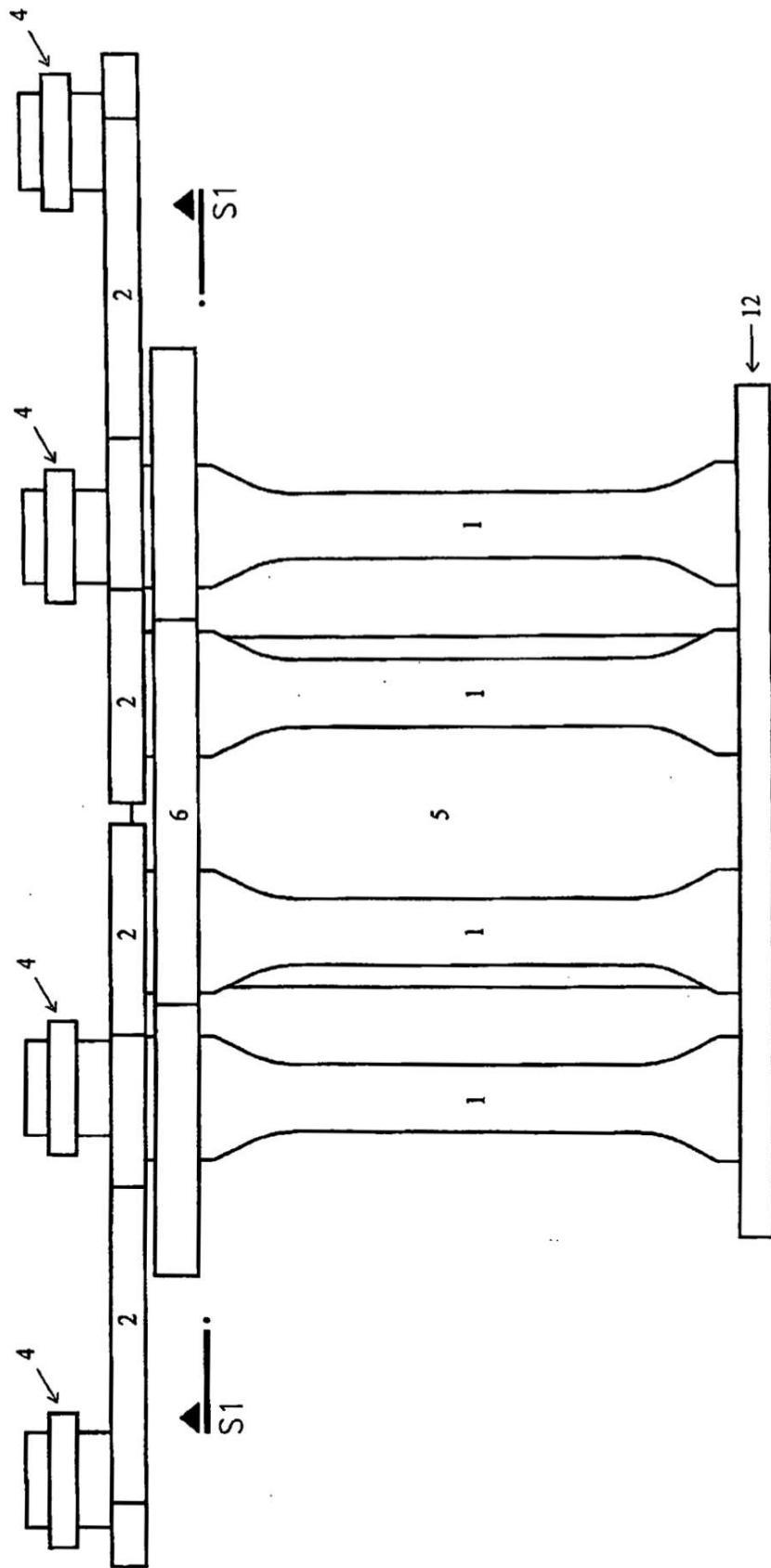


FIGURA 4

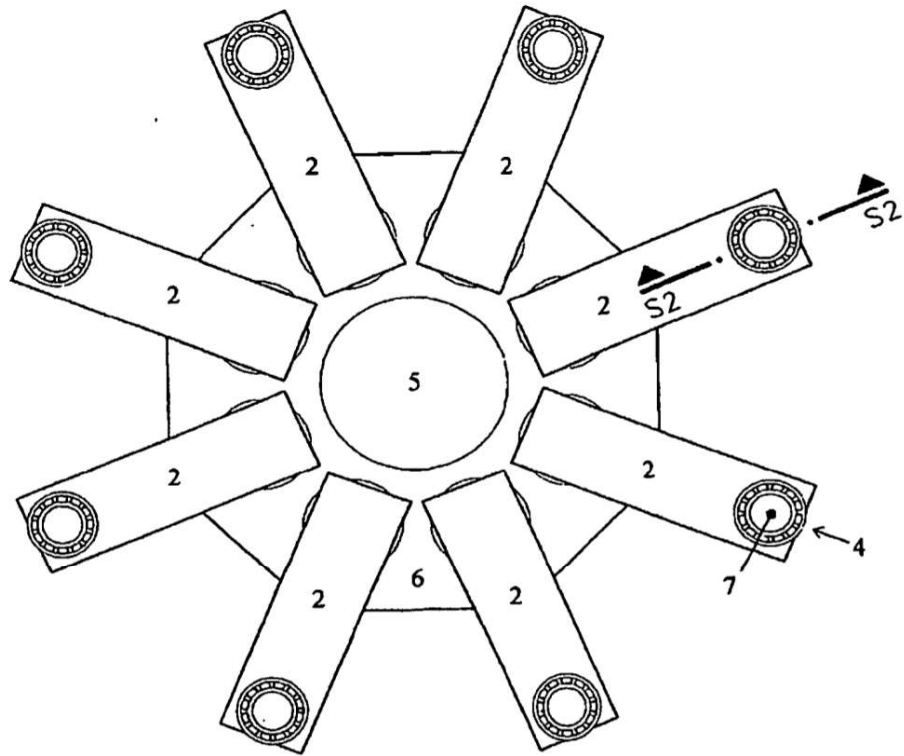


FIGURA 5

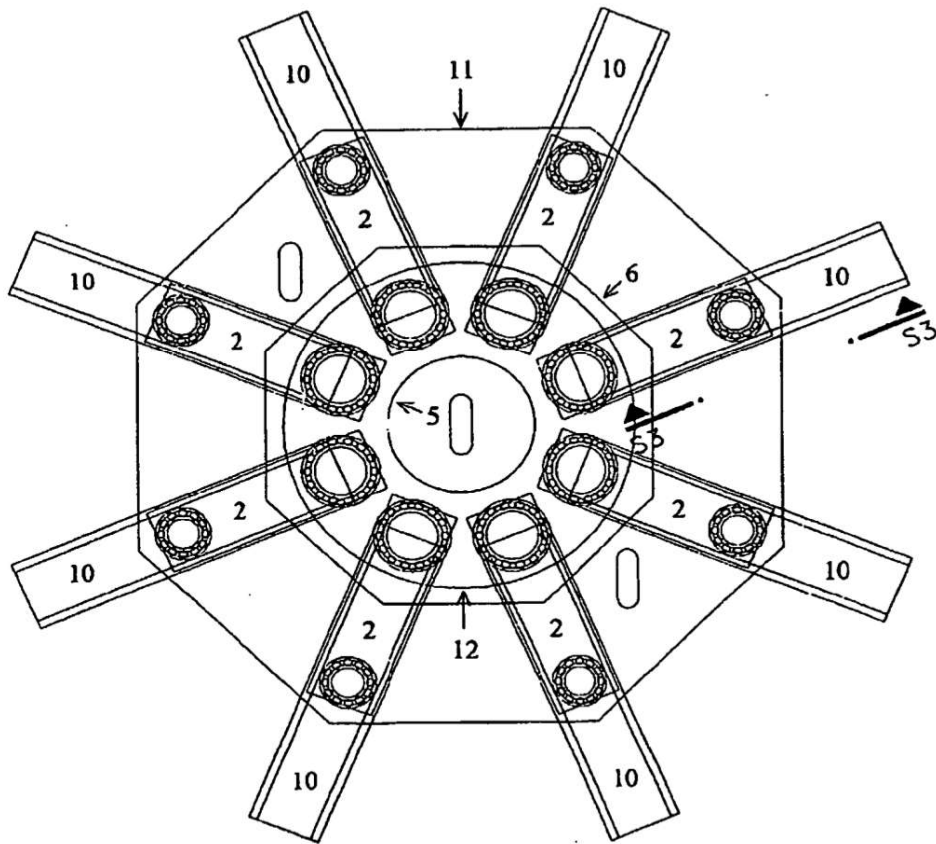


FIGURA 6

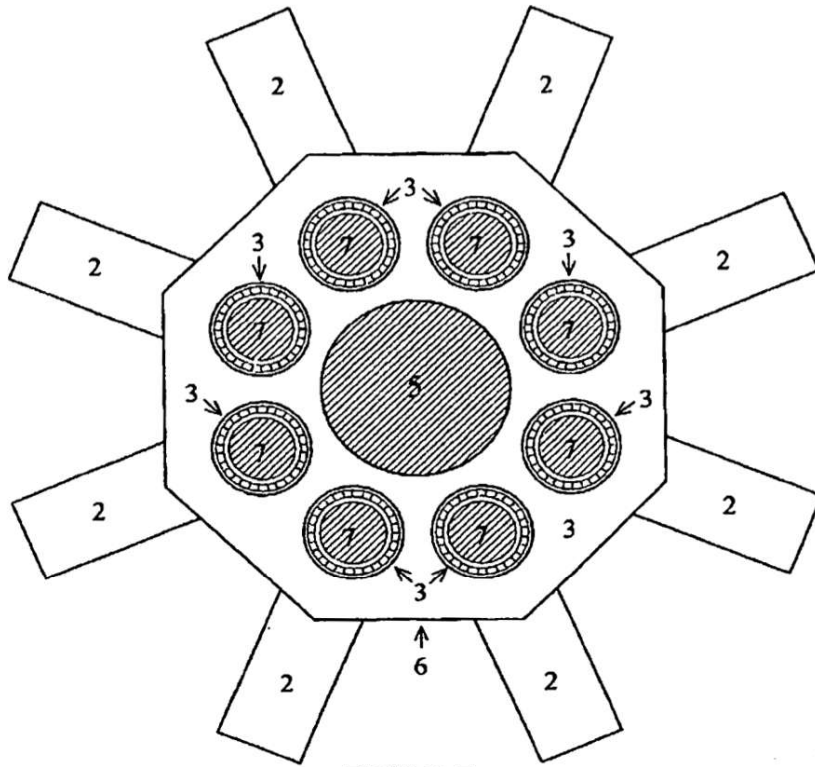


FIGURA 7

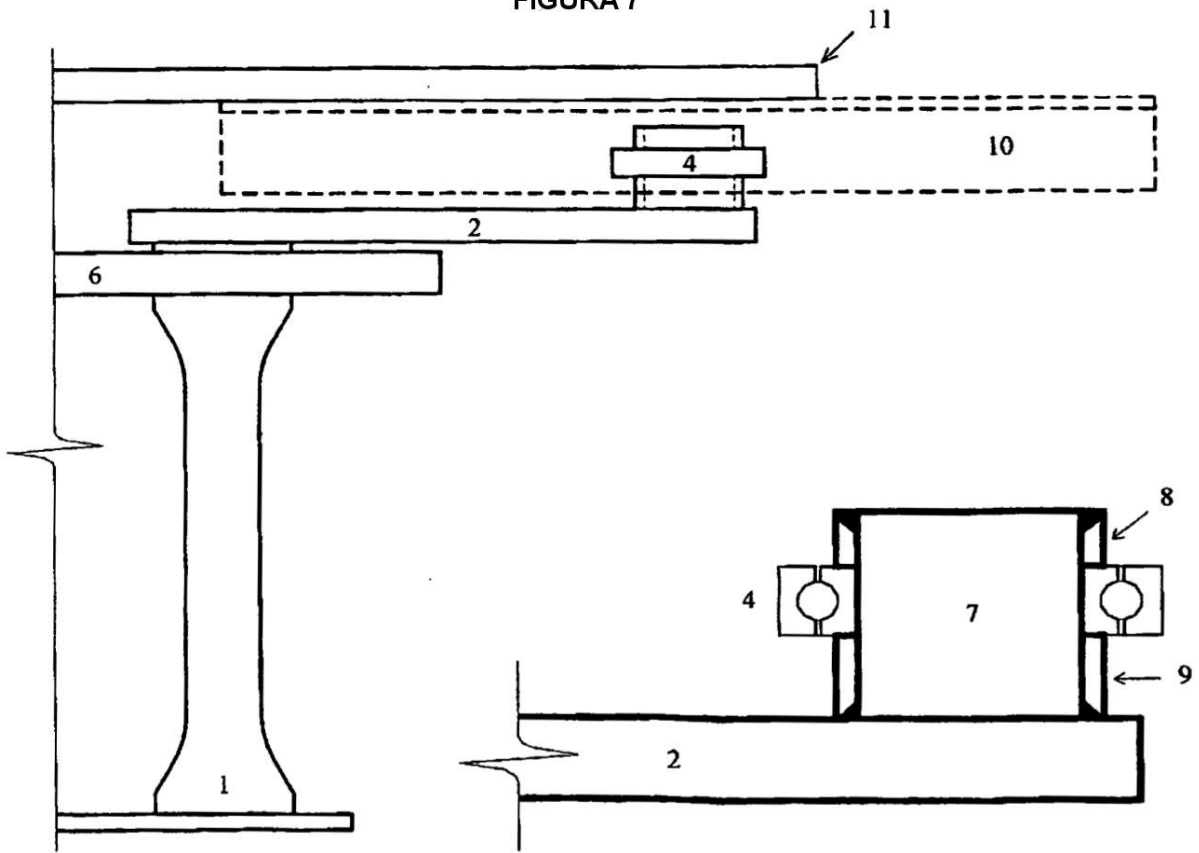


FIGURA 8

FIGURA 9

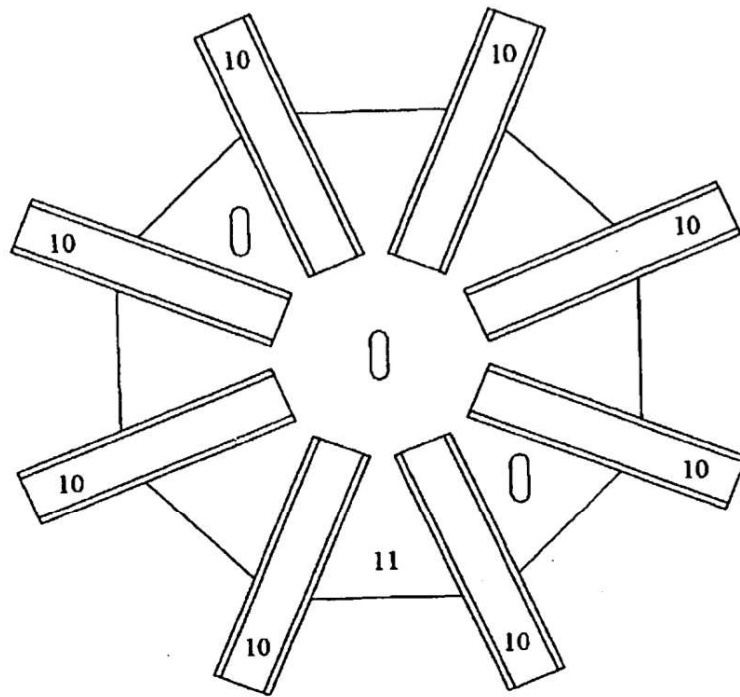


FIGURA 10

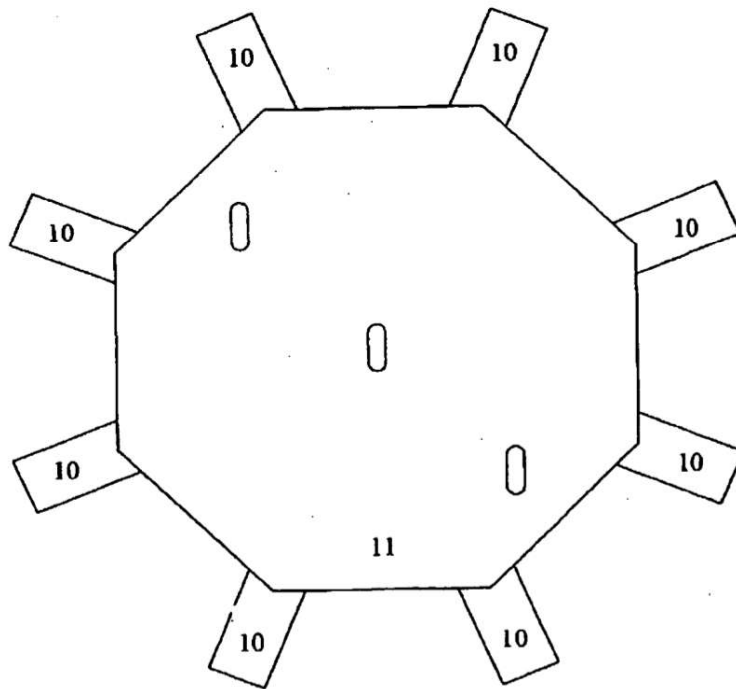


FIGURA 11

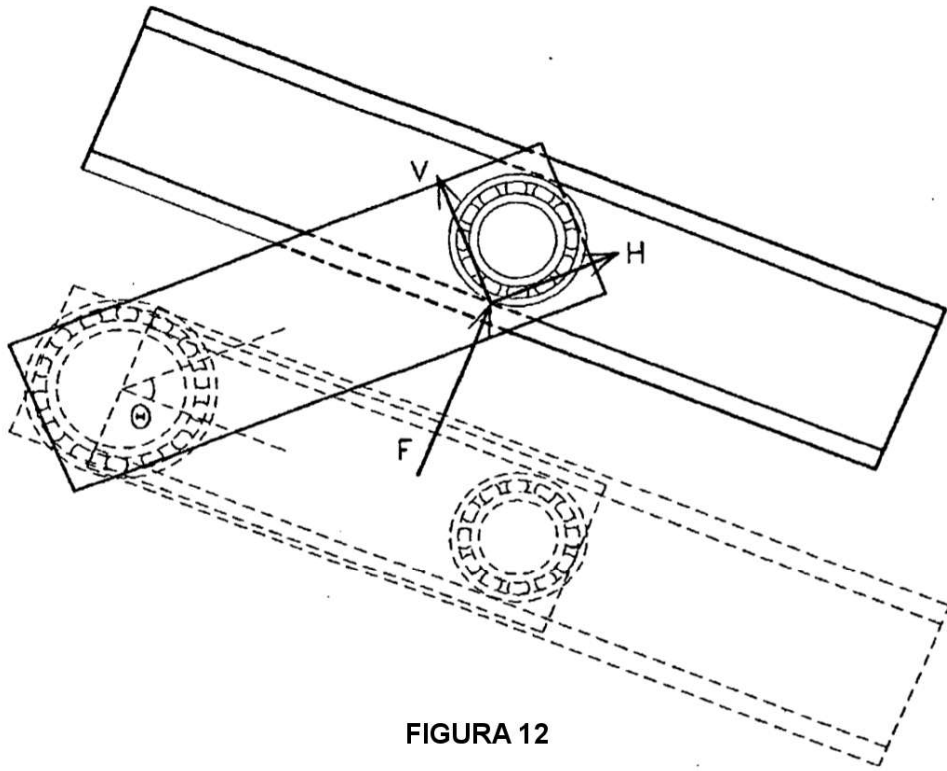


FIGURA 12

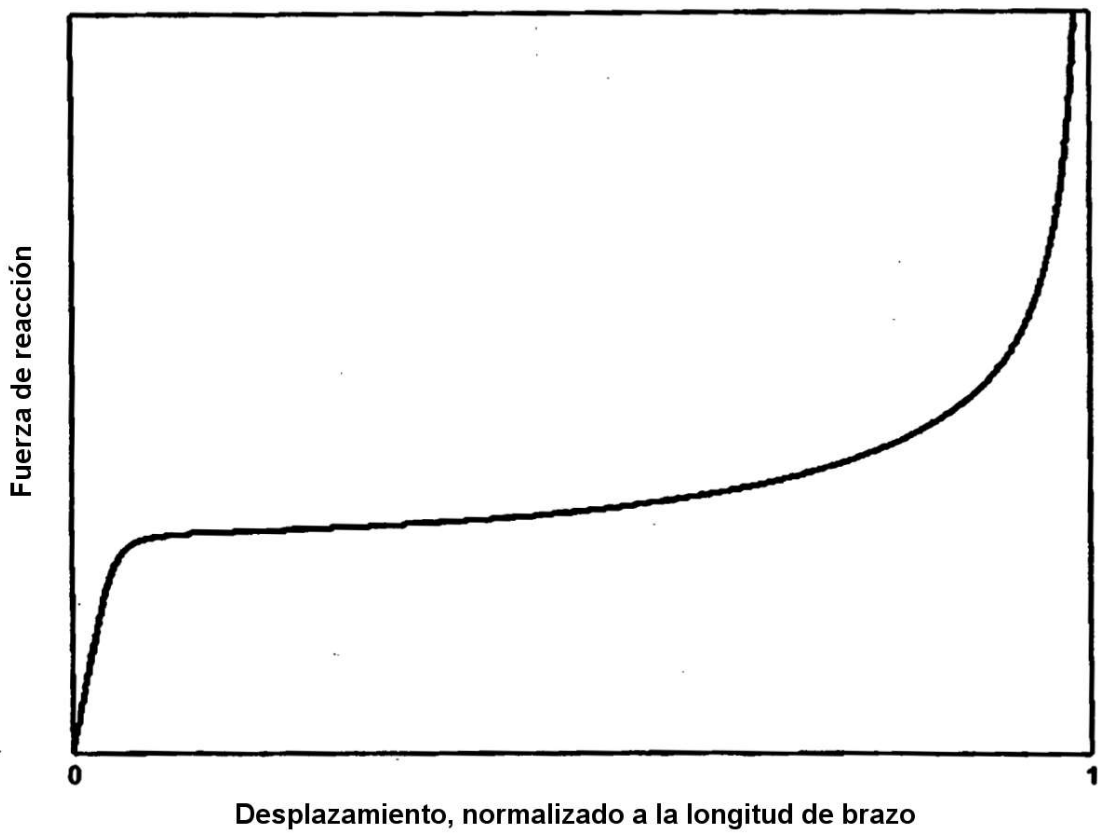


FIGURA 13