



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 444**

51 Int. Cl.:  
**B61L 1/06** (2006.01)  
**E01B 9/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05750103 .3**  
96 Fecha de presentación : **13.05.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1897778**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2008**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para comprobación del apriete de sujeciones de vías de ferrocarril.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.10.2011**

73 Titular/es: **RAILTECH SUFETRA, S.A.**  
**Avda. Carrilet, 353 - 3º**  
**08901 L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, ES**

72 Inventor/es: **Vives Clavel, Juan**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 366 444 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

Procedimiento y dispositivo para comprobación del apriete de sujeciones de vías de ferrocarril

### Objeto de la Invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a una instalación de ferrocarril para comprobación automática del estado de apriete de la sujeción de vías de ferrocarril, de modo que desde un tren que circula sobre una vía sea posible captar una señal de cada una de las sujeciones, que indica si el grado de apriete de dichas sujeciones es adecuado o si, por el contrario, no es adecuado debido a que están flojas o dañadas.

10 A este fin, un dispositivo, objeto de la invención, comprende un elemento sensor de presión y al menos un elemento de conducción eléctricamente conectado a dicho sensor de presión, con lo el que se produce una variación de al menos una magnitud eléctrica proporcional a la presión de apriete presente en al menos un punto en dicha sujeción durante el paso de un tren.

### Antecedentes de la Invención

15 Los costes del mantenimiento de las vías de ferrocarril se incrementan con la densidad del tráfico, velocidad, carga por eje y decrece con el peso del raíl, siendo el primero de estos la causa principal del deterioro de las vías, actuando a través de las cargas totales dinámicas verticales y laterales que transmite, que se transforman en fatiga y desgaste de diferentes dispositivos o elementos que forman parte de las sujeciones de las vías, así como en la degradación de su geometría. Dicha degradación redundará por lo tanto, en la calidad y en la seguridad de la vía (definidas por las desviaciones estándar en el nivel, alineación, ancho de vía, etc.), la velocidad de los trenes y las cargas máximas por eje.

20 Convencionalmente para comprobar y verificar el estado de las sujeciones de las vías de ferrocarril, las operaciones se realizan manualmente o mediante maquinaria "in situ", es decir, los operativos se desplazan periódicamente a lo largo de las vías, revisando entre otros aspectos, el apriete de los tornillos que cooperan en los dispositivos de sujeción de dichas vías, tomando las oportunas lecturas del par de torsión, carga o torsión y procediendo a apretar los que se consideren deficientes.

25 En una instalación de ferrocarril se conoce el empleo de placas aislantes para la sujeción resiliente de raíles sobre traviesas. Algunas de estas placas se describen en las siguientes patentes españolas ES-2.115.427 relativa a una placa aislante de tipo lámina resiliente y ES-2.160.529 referida a una tipo acodada con clip. Otros elementos conocidos participantes en una instalación de ferrocarril constan de un manguito de anclaje como el descrito en la patente española ES-2.125.603, o una placa de asiento resiliente para vía de ferrocarril tal como la descrita en la  
30 patente española ES-2.156.564. Una instalación de ferrocarril conocida se muestra en la figura 1 de la patente ES-2.115.427 para una placa aislante tipo lámina resiliente.

La patente europea EP-0.344.145, A1 describe un dispositivo para determinación del estado de cambios de vía u cruces de ferrocarriles

35 La patente alemana DE-4432329A1 se refiere a un sistema para detección de errores en el lecho de la vía, roturas de tornillos, errores en el raíl o en los vehículos lo que puede conducir a accidentes importantes en una instalación de ferrocarril.

### Descripción de la Invención

La presente invención resuelve el problema técnico planteado, por medio del material de la invención incluido en las reivindicaciones 1 y 13 independientes adjuntas.

40 En términos más concretos, un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo sensor (no reivindicado) para confirmación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril que comprende un elemento sensor de presión y al menos un elemento de conducción eléctricamente conectado a dicho sensor de presión.

En la presente invención el término sujeciones, debe ser entendido con el significado de cualquier colección de elementos que permiten el aseguramiento en un punto de un raíl o línea, a una traviesa de ferrocarril.

45 El elemento sensor de presión puede estar formado por un material con propiedades piezoeléctricas, o puede consistir en un condensador de capacitancia variable, u otro tipo de sensor que permita determinar la presión en un punto de la sujeción. Por otra parte, el elemento conductor es capaz de radiar y/o recibir energía electromagnética.

Otro aspecto de la invención se refiere a una placa aislante (no reivindicada) para la sujeción de raíles sobre traviesas, que incorpora un dispositivo como el antes descrito. El dispositivo sensor formado por el elemento

sensor de presión y el elemento radiante, pueden estar integrados en la propia placa como resultado del moldeo de dicha placa, o se puede acoplar posteriormente a la misma en una cavidad prevista a dicho fin.

5 La invención se refiere también a una instalación de ferrocarril convencional formada por raíles montados sobre traviesas en cooperación con placas de sujeción aislantes y tornillos que pasan a través de dichas placas, que incorpora el dispositivo sensor antes descrito, que puede estar acoplado en un punto de la sujeción que se considere adecuado para determinar el estado de apriete de la misma.

Por ejemplo, el sensor de presión puede estar en contacto con la placa aislante y la traviesa, o entre la placa aislante y el raíl, o entre la placa aislante y un clip de sujeción, o entre la placa resiliente y una lámina resiliente.

10 Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para comprobar el estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril, en el que se produce una variación de al menos una magnitud eléctrica y/o magnética proporcional a o indicativa de la presión de apriete existente en al menos un punto en dicha sujeción durante o después del paso de un tren. La variación de las magnitudes eléctricas, puede consistir en una variación de una emisión de energía electromagnética, en una variación de frecuencia, corriente o amplitud de una señal, originada por el paso de un tren sobre una sujeción que es transformada en una variación de presión sobre un sensor de presión situado en la sujeción.

15 Por la adquisición de estas variaciones de las magnitudes eléctricas y/o magnéticas producidas en cada sujeción, es posible determinar las fuerzas a las que la sujeción es sometida y en consecuencia saber si el grado de apriete de la misma es el adecuado. La adquisición de estas variaciones eléctricas y/o magnéticas se puede obtener desde un receptor situado por ejemplo en un tren que se desplaza sobre la vía.

20 La presente invención logra evitar el trabajo altamente laborioso que supone la comprobación manual de la instalación, debido a número de kilómetros de vía que se tienen que inspeccionar periódicamente "in situ", reduciendo considerablemente el coste de mantenimiento de la misma, así como transmitir la evidencia de la seguridad de la vía tanto a los organismos oficiales como a los usuarios que emplean estos medios de transporte. Dado que la confirmación del estado de las sujeciones se puede realizar automáticamente con un tren que circule normalmente, la supervisión de las vías se puede llevar a cabo de manera continua durante el día por lo que cualquier daño en una sujeción se detecta rápidamente.

### **Descripción de los Dibujos**

30 Para complementar la descripción que se hace y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de una realización práctica de la misma, se adjunta a esta descripción un conjunto de dibujos, como parte integrante de la misma, en los que, a modo de ilustración y no limitativamente, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización de un dispositivo con sensor piezoeléctrico para la comprobación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril objeto de la invención. Las flechas se usan para ilustrar la variación en compresión que dicho sensor experimenta.

35 La figura 2 muestra un esquema eléctrico correspondiente a la operación del dispositivo de la figura 1.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de otra realización de un dispositivo con sensor capacitivo para la comprobación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril.

La figura 4 muestra en la figura 4b un esquema eléctrico correspondiente a la operación del dispositivo de la figura 3. En la figura 4a se representa la operación del condensador variable.

40 La figura 5 muestra una vista frontal en sección transversal de una instalación de vías conocida que comprende una placa aislante del tipo CLIP y clip de sujeción, en la que las fuerzas están indicadas con flechas a las que cada elemento de la instalación es sometido durante el paso de un tren. En la mitad izquierda de dicha figura está representado el estado de los elementos en el momento exacto en el que soportan el peso de un eje locomotor, y en la mitad derecha el estado de los elementos en su estado normal después de la supresión de dicho peso.

45 La figura 6 muestra una representación similar a la de la figura 5 pero con placas aislantes del tipo Lamina Resiliente.

La figura 7 muestra en la figura 7a una vista en perspectiva de una placa aislante junto con un tornillo insertado en la misma, así como el dispositivo objeto de la invención montado sobre la placa aislante. La figura 7b muestra un detalle ampliado de la disposición relativa del dispositivo y tornillo de la figura 7a.

50 La figura 8 en la figura 8a muestra una vista en perspectiva y en la figura 8b una vista en instalación desde arriba

de una placa aislante con un dispositivo con sensor piezoeléctrico integrado en dicha placa.

La figura 9 muestra en la figura 9a una vista en perspectiva de un conjunto formado por una placa aislante, tornillo y tuerca de aseguramiento, Lamina Resiliente metálica y carcasa con dispositivo sensor en posición de acoplamiento. La figura 9b muestra una vista en perspectiva y ampliada de la carcasa con sensor piezoeléctrico y elemento radiante.

La figura 10 muestra un diagrama esquemático que ilustra el procedimiento para la confirmación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril, basada en un sistema autoalimentado, es decir cuando emplea un sensor piezoeléctrico.

La figura 11 muestra un diagrama esquemático que ilustra el procedimiento para la confirmación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril, basado en un sistema alimentado externamente, es decir cuando se usa un sensor capacitivo y una unidad de transmisión electromagnética necesaria para la alimentación del sensor.

### **Realización Preferente de la Invención**

A la vista de la figura 1 puede observarse como en una de las posibles realizaciones de la invención, el dispositivo (1) (no reivindicado) para la confirmación del estado de apriete de sujeciones de vías de ferrocarril, comprende un elemento (2) sensor de presión y al menos un elemento (3) de conducción eléctricamente capaz de radiar y/o recibir energía electromagnética, que está conectado eléctricamente a dicho sensor (2) de presión. En el caso de la figura 1 el sensor (2) de presión consta en un material con propiedades piezoeléctricas con forma prismática rectangular, que está destinado a recibir un impacto de presión durante el paso del tren sobre la vía. En la realización de la figura 1 el elemento (3) conductor consta en una antena dipolo formada por dos brazos en "L" dispuestos simétricamente entre sí y conectado cada uno a una cara del sensor (2).

El material con propiedades piezoeléctricas puede ser por ejemplo cristal de cuarzo, sal de Rochelle, o materiales cerámicos o poliméricos.

En el caso del elemento conductor éste puede constar de: un electrodo, placa, espira abierta o cerrada, bobina, una capa de tinta o pasta conductora. El elemento conductor puede ser, por ejemplo, una antena de los tipos: monopolo, dipolo, monopolo vertical, dipolo paralelo a un plano conductor, antena de cuadro, antena espiral, antena coplanar, antena de radiofrecuencia, antena plana, o antena impresa.

La operación del dispositivo (1) sensor ha sido ilustrada en la figura 2, donde se ve que un impulso de fuerza "F" aplicado al sensor (2) de presión, piezoeléctrico en este caso, produce un pulso de voltaje eléctrico en el elemento (3) conductor, sea una antena o una bobina, que produce un campo (4) electromagnético que será proporcional a la magnitud de dicho impulso de fuerza. El antes mencionado impulso de fuerza sobre el sensor (2) está provocado por la compresión-relajación de la placa de asiento resiliente producidas por una rueda de un tren al pasar sobre la sujeción de la vía en la que está situado el dispositivo (1) sensor.

En una instalación de vía de ferrocarril de acuerdo con la invención, es decir, equipada con un dispositivo (1) sensor, el antes mencionado campo (4) electromagnético, puede ser captado por una unidad (5) receptora que puede estar instalada, por ejemplo, en un vehículo de mantenimiento de la vía de ferrocarril adaptado para dicho uso o en un tren convencional que circula normalmente sobre la vía. La implementación de la unidad (5) receptora (5) es obvia para cualquier experto en la materia, por lo que no es necesario entrar en detalles constructivos de la misma.

Otra posible realización práctica de la invención (no reivindicada) ha sido representada en la figura 3, y consta en un dispositivo (1) sensor en el que el elemento (2) sensor de presión consta de un condensador de capacitancia variable formado por dos placas conductoras que forman, respectivamente, un electrodo (7) superior y un electrodo (8) inferior separado del superior. Un material (9) dieléctrico está situado entre los dos electrodos (7), (8), que puede constar de, por ejemplo, aire, materiales poliméricos tales como Poliestireno, Poliéster, Policarbonato, etc.

En el mismo ejemplo de realización de la figura 3 (no reivindicada), el elemento 3 conductor es una antena que forma una espira (14) y brazos (15) individuales que están conectados eléctricamente con los electrodos (7) y (8). El conjunto formado por el sensor (2) y el elemento (3) conductor es substancialmente plano, siendo el objeto facilitar su instalación en la sujeción de la vía férrea.

Las placas que definen los electrodos (7) y (8) pueden separarse o distanciarse entre sí, de modo que el espacio de separación depende de la presión a la que estén sometidas en su disposición en una sujeción de la vía, en estado inactivo o durante el paso de un tren. Como se aprecia en la figura 4a en la separación o aproximación de los electrodos (7) y (8) se produce una variación de la capacitancia del condensador y una deformación del volumen ocupado por el dieléctrico (9).

5 Cuando el tren pasa, la placa de asiento resiliente se comprime liberando presión en la placa aislante con lo que los electrodos se separan. Cuando la rueda del tren se aleja de la sujeción, la placa de asiento resiliente recupera su espesor con lo que la presión en la placa aislante se incrementa, produciendo la aproximación de los electrodos. Las placas electrodos están sujetas a un sustrato (en este caso el plástico de la placa aislante) y las placas se desplazan seguidamente al sustrato cuando aquella recupera su posición inicial (cuando desaparece la carga) debido a la resiliencia del material (en este caso la del plástico)

10 Estos cambios en la capacitancia del condensador son indicativos de las fuerzas de apriete presentes en la sujeción de la vía, y por lo tanto permiten que el estado de apriete de dicha sujeción sea determinado. Estos cambios en la capacitancia del condensador pueden ser detectados por medio de una unidad (10) transmisora/receptora como la representada en la figura 4b, utilizando, por ejemplo técnicas ya conocidas, entre las que se puede mencionar el rastreo de frecuencias.

15 Las técnicas del rastreo de frecuencias se basan en la alteración de una frecuencia transmitida de manera controlada, y registro de una respuesta (señal recibida) a esa misma frecuencia. Este procedimiento se realiza sobre un rango de frecuencias o ancho de banda, de ahí el nombre rastreo. Con ello, es posible detectar, dentro del ancho de banda de frecuencias, un nivel de recepción máximo o mínimo (dependiendo de los parámetros que estemos leyendo), determinando una frecuencia resonante, que estará relacionada con las variaciones de las magnitudes eléctricas en las que se basa nuestro sistema.

20 En el diagrama de la figura 4b, el sensor (2) de presión capacitivo y el elemento (3) conductor que consta de una antena, forman un circuito resonante que dependerá de la capacitancia del condensador y ésta, a su vez, depende de la presión a la que se están sometidas las placas del condensador en cuanto al estado de apriete de la sujeción. Es un conjunto especial, en que se implementa un acoplamiento magnético entre transmisor/receptor y sensor y por medio de un "rastreo" de frecuencias se halla una impedancia entrada mínima a una cierta frecuencia. Conociendo esa frecuencia, se pueden obtener las variaciones de magnitudes eléctricas, de las que será posible obtener la información que necesitamos.

25 En el caso de una placa (11) aislante representada en la figura 7a, se emplea un sensor de presión (2) capacitivo y el elemento (3) conductor que consta de una antena, que se dispone alrededor de un orificio (12) de la placa (11) para el paso del tornillo (13) de manera que una vez instalado el tornillo (13) éste se dispone axialmente con respecto a una espira (14) que forma la antena. La antena se conecta a los electrodos (7) y (8) por medio de brazos (15). Con la configuración de la figura 7b, el tornillo (13) y la antena se adaptan de manera que el tornillo actúe como núcleo de una espira, de manera que una radiación electromagnética que es detectada por el tornillo (3) sea inducida en la espira (14) de la antena.

30 Un experto en la materia puede entender que cualquier otro tipo de elemento sensor de presión, que permita que una variación instantánea de presión se transforme en una variación de una magnitud eléctrica, está dentro del ámbito de esta invención.

35 En la figura 8 se aprecia otro aspecto de la invención (no reivindicado) que consta de una placa (11) aislante para la sujeción de raíles sobre traviesas que incorpora un dispositivo (1) sensor objeto de la invención, concretamente, el dispositivo sensor representado en la figura 1. La placa (11) aislante puede ser moldeada en el procedimiento de su fabricación sobre dicho dispositivo (1), estando total o parcialmente integrado dentro de dicha placa. El dispositivo (1) sensor puede adoptar cualquier posición considerada adecuada sobre la placa (11).

40 Alternativamente, la placa (11) aislante puede ser fabricada separadamente pero formando en la misma una cavidad o alojamiento (no mostrado), de forma adecuada para recibir posteriormente un dispositivo (1) sensor que puede estar fijo en la misma por cualquier técnica conocida. En este caso el dispositivo (1) sensor es accesible al menos parcialmente desde el exterior de la placa (11).

45 En otro ejemplo de realización, el dispositivo (1) sensor puede tener una carcasa (16) dentro de la cual se aloja el dispositivo (1) sensor, en este caso un sensor (2) de presión piezoeléctrico y un elemento (3) conductor que consta de una antena dipolo formada por dos brazos arqueados. En esta configuración el dispositivo es especialmente adaptable a su uso en instalación de ferrocarril ya existente, tal como indica la figura 9a donde se aprecia una carcasa (16) que, como una arandela se puede acoplar entre una tuerca (17) y una placa (18) de refuerzo metálica que permanece presionada entre ambos elementos. A este fin, la carcasa (16) puede tener forma de anillo con un orificio central para el paso del tornillo (13) después de soltar la tuerca (17) o, como es el caso de la figura 9 puede tener forma de U con una abertura (17) que permite el acoplamiento de los mismos alojando simplemente la tuerca (17), pero sin tener que retirarla totalmente.

50 La carcasa (16) simplifica la manipulación e instalación del dispositivo sensor, al mismo tiempo que lo protege de daño accidental.

Otro aspecto de la invención se refiere a una instalación de ferrocarril como la representada en las figuras 5 y 6, y que incorpora un dispositivo (1) sensor como el definido en una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas relativas a dicho dispositivo, esté montado independientemente o como parte integral de la placa (11) aislante. La antes dicha instalación de ferrocarril a la vista de las figuras 5 y 6, comprende un raíl (20) montado sobre una  
 5 traviesa (21) en cooperación con una placa (11) de sujeción aislante a cada lado del raíl (20) y en cooperación con tornillos (13) individuales que pasan a través de dichas placas (11) y fijos a las traviesas (21). La parte inferior del raíl apoya sobre la traviesa (21) a través de una placa (22) de asiento resiliente.

En el caso de la figura 5, la placa (11) aislante es del tipo CLIP que se emplea junto con clips (23) individuales resilientes que hacen contactan con la parte inferior del raíl (20) para su sujeción. Los tornillos (13) están  
 10 atornillados en la traviesa (21) por medio de las respectivas vainas (24) roscadas de anclaje (24). En el caso de la figura 6 se emplean placas (11) aislantes del tipo Lamina Resiliente que contactan directamente con la parte inferior del raíl (20). Los tornillos (13) retienen dichas placas (11) por medio de tuercas (17) roscadas en su extremo superior y placas (18) metálicas de refuerzo.

En la presente invención el término "sujeciones" tiene que ser entendido como la colección de elementos que permiten el aseguramiento en un punto de un raíl o línea a una traviesa. Para el caso particular de la figura 5 la sujeción está formada por los elementos: placa (11) aislante, tornillo (13), vaina (24) roscada, y clip (23), y para el caso de la figura 6 la sujeción está formada por los elementos: placa (11) aislante, tornillo (13) tuerca (17) y Lamina (18) Resiliente metálica (18). Será evidente para un experto en la materia que la invención es igualmente aplicable a otro tipo de sujeciones formadas por otros elementos.

Convencionalmente cuando la vía está tendida, a cada lado de la línea o raíl (20) se aprietan tornillos (13) individuales, que cruzan a través de la placa (11) aislante. A modo de ejemplo con respecto a las placas aislantes de la sujeción Lamina Resiliente (figura 6), dichos tornillos (13) se aprietan a un par de 130 N-m. (Newton metro) lo que da una carga de aproximadamente 4 Tm. (tonelada métrica), distribuyéndose dicha carga entre la traviesa y el raíl a partes iguales, ya que el tornillo está aproximadamente en el centro de la placa (11) aislante de sujeción.  
 20 De esta manera, la aplicación de estas aproximadamente 4 Tm, dos en cada lado, comprime inicialmente una almohadilla de caucho de la placa (22) de asiento resiliente aproximadamente 0,2 mm, cuya placa que está situada entre el raíl (20) y la traviesa (21). Cuando una locomotora pasa sobre una sujeción, aplica una carga sobre la misma de 11 Tm. (22 Tm por eje de las ruedas del tren) que hace que esta almohadilla o placa (22) de asiento resiliente se comprima hasta un valor total aproximado de 1 mm. En estas condiciones, se puede decir que  
 25 la placa (22) de asiento resiliente, que tenía acumulada una energía equivalente a una carga 4 Tm, pasa a tener 11 Tm.

Cuando la locomotora desaparece del punto de la sujeción, si los tornillos están apretados, la almohadilla o placa de asiento resiliente, volverá a su compresión inicial de aproximadamente 0,2 mm, con lo que las sujeciones recibirán un impacto de aproximadamente 4 Tm. Dicho impacto contra el sensor (2) de presión situado en un punto adecuado de la sujeción, en el caso de ser un sensor piezoeléctrico, produce un cambio de magnitudes eléctricas con el aporte de energía, que al cerrarse el circuito a través del elemento (3) conductor y radiante, produce a su vez un pulso electromagnético que se transmite a una unidad receptora situada, por ejemplo, en el propio tren. Si la presión de apriete de la sujeción no alcanza un valor establecido, por ejemplo, debido a que está floja, deteriorada o dañada, el impacto contra el piezoeléctrico no se produce con la intensidad establecida para una sujeción en perfecto estado, lo cual se refleja en la variación de una magnitud eléctrica, que puede ser en forma de una variación en la amplitud de una señal, frecuencia etc.

En el caso de un sensor capacitivo, se necesita un equipo generador para producir una señal electromagnética que, una vez transmitida al sistema de recepción de energía, transformará el campo electromagnético en energía para conocer el estado del sensor capacitivo y para transmitirla por medio de otro campo electromagnético al detector ubicado en el tren.  
 45

En la parte inferior del tren estará una sonda o detector electromagnético (aproximadamente a 60 cm del nivel del suelo), que cuando pasa (aproximadamente 91 traviesas por segundo cuando la velocidad es de aproximadamente 200 Km/Hora), será capaz de detectar la perturbación de este campo electromagnético si está presente, transmitiendo dicha señal al transmisor/receptor instalado en el tren, que localiza en espacio y tiempo automáticamente el estado correcto o deficiente de las sujeciones. En el caso de que no se produzca perturbación de la señal de radiofrecuencia o ésta no se produzca en el grado establecido, la señal a detectar será diferente y, por lo tanto, sería igualmente detectable. Un programa de software adecuado en el transmisor/receptor transformará este estado en lenguaje usuario, informando automáticamente del estado en que se encuentran los accesorios de aseguramiento conexión por conexión.

La solución puede ser viable tanto en sujeciones de placa aislante como en soluciones de placa acodada con clip, sin descartar otros tipos de aseguramiento diferentes a los antes mencionados que pudieran surgir en el futuro.

En la instalación del ferrocarril el sensor de presión está en contacto con la placa aislante y la traviesa, o entre la placa aislante y el raíl, o entre la placa aislante y un clip de sujeción. Más detalladamente, cuando el dispositivo (1) sensor se instala independientemente, el sensor (2) de presión piezoeléctrico o un sensor capacitivo, se puede disponer bajo la tuerca (17) que acompaña al tornillo (13) por ejemplo insertado en una arandela o carcasa (16) como se muestra en la figura 9a. En el caso de las sujeciones tipo (11) placa aislante acodada con clip, el sensor (1) de presión puede estar situado debajo del punto de apoyo del resorte o clip (23) con respecto a la parte inferior del raíl (20) o con respecto a la placa (11) como indican las flechas finas de la figura 5.

En el caso de que el dispositivo (1) sensor (1) esté integrado en la placa (11) aislante, el sensor (2) de presión puede estar situado entre la propia placa (11) y la parte inferior del raíl (20) como indican las flechas finas de la figura 6, o incluso entre la propia placa (11) aislante y la lámina (18) metálica que está montada en el segmento superior del mismo cuando está asegurado en posición. En todos los casos el efecto es el mismo, ya que la carga de apriete del tornillo (13) se distribuye en partes iguales, aproximadamente 2 Tm sobre la traviesa y 2 Tm sobre el raíl.

Con respecto a las señales transmitidas de los dispositivos ubicados en las sujeciones de la al receptor ubicado en el tren, puede existir una dificultad relativa al apantallado resultante del plano del suelo del tren, del raíl o de cualquier elemento próximo e incluso por elementos metálicos del tren, para superar estos problemas es conveniente que la emisión desde el punto ubicado en la sujeción al receptor montado en el tren se haga apuntando y dirigiendo la señal de manera adecuada.

Para registrar en el transmisor a qué traviesa concreta pertenece la señal recibida, se pueden utilizar diferentes medios, como los medios de localización de la vía férrea ya presentes en los centros de ferrocarril, por GPS, por contadores de revoluciones de acuerdo a la relación de la velocidad del tren a distancia entre traviesas, etc.

La figura 10 muestra un diagrama esquemático ilustrativo del procedimiento para confirmación del estado de apriete de sujeciones de vías ferroviarias, basado en un sistema autoalimentado, es decir cuando emplea un sensor piezoeléctrico. El paso de un tren (25) sobre una sujeción de la vía suministra la presión necesaria al sensor piezoeléctrico de manera que éste produzca un pulso de energía que se transforme en señal electromagnética por medio de la antena (4), dicha señal es detectada por un receptor o detector (5) electromagnético, que puede estar situado en el propio tren (25) con lo que la adquisición de señales de las sujeciones de todas las traviesas sobre un itinerario se puede hacer desde el propio tren durante el curso normal del viaje. El receptor o detector (5) electromagnético (5) puede pertenecer a una unidad de control, análisis e interfaz con el usuario (26) en el que la señal detectada es tratada adecuadamente.

En el caso de la figura 11 el procedimiento está basado en un sistema alimentado externamente, es decir, emplea un sensor capacitivo y una unidad de transmisión electromagnética necesaria para la alimentación del sensor. En este sistema la unidad de control, análisis e interfaz con el usuario (26), que puede estar igualmente instalado en el tren (25), emplea un generador (27) para producir energía electromagnética que es radiada por un transmisor (28) electromagnético (28), como una antena o una bobina, por ejemplo. La señal (29) electromagnética producida es recibida por el dispositivo (1) sensor instalado en la sujeción, concretamente, la señal (29) es detectada por el elemento (3) conductor que la convierte en energía para conocer el estado del sensor (2) de presión en este caso capacitivo, y transmitirla por medio de otra señal (30) electromagnética. Preferentemente es posible utilizar el mismo elemento (3) conductor consistente en una antena para la recepción de energía y transmisión de señal. Por lo tanto, al menos una magnitud de la señal (30) electromagnética producida es variable en cuanto a la capacitancia del sensor (2) de presión consistente en este caso en un condensador variable, que, a su vez, es proporcional o indicativa de la presión de apriete presente en al menos un punto en dicha sujeción durante el paso de un tren.

En las reivindicaciones dependientes adjuntas se describen diversas posibilidades de realizaciones prácticas de la invención.

A la vista de esta descripción y del conjunto de figuras, un experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita de acuerdo con algunas realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia será evidente que se pueden introducir múltiples variaciones en dichas realizaciones preferentes sin exceder el objeto de la invención reivindicada.

## REIVINDICACIONES

1. Instalación de ferrocarril que comprende raíles (20) montados sobre traviesas (21) en cooperación con sujeciones (11,13,17,18,23) para aseguramiento de los raíles a las traviesas, comprendiendo dichas sujeciones (11,13,17,18,23) placas (11) de sujeciones aislantes y tornillos (13) que pasan a través de dichas placas (11) y fijos en las traviesas, comprendiendo además la instalación de ferrocarril una placa (22) base resiliente dispuesta entre la parte inferior de un raíl y una traviesa, de manera que el raíl (20) se apoye sobre la traviesa (21) a través de la placa (22) base resiliente,
- 5
- caracterizada porque** la instalación de ferrocarril comprende además al menos un dispositivo (1) sensor para comprobación del estado de apriete de dichas sujeciones, comprendiendo dicho dispositivo (1) sensor un elemento (2) de sensor de presión formado por un material piezoeléctrico, y un elemento (3) conductor eléctricamente conectado al elemento (2) de sensor de presión para radiación de energía electromagnética producida por dicho sensor (2) de presión,
- 10
- en la que dicho elemento (2) de sensor de presión está situado en un punto de dichas sujeciones, de manera tal que el elemento (3) conductor eléctricamente produce un pulso electromagnético proporcional a la magnitud de un impacto de fuerza contra el elemento (2) de sensor de presión causado por la compresión-relajación de la placa (22) base resiliente después de que una rueda de un tren haya pasado sobre el medio de sujeción en el que está situado el sensor (2) de presión.
- 15
2. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho impacto de fuerza contra el sensor de presión es causado por el retorno de la placa (22) base resiliente a su estado de compresión inicial, después de que un tren haya pasado sobre el medio de sujeción en el que está situado el sensor de presión.
- 20
3. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el elemento (2) de sensor de presión y el elemento (3) conductor eléctricamente están ambos situados en conjunción con las sujeciones.
4. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichas sujeciones comprenden una placa (11) de sujeción aislante y un tornillo (13) que pasa a través de dicha placa (11) y fijo a las traviesas (21), y un clip (23) resiliente que hace contacto con la parte inferior del raíl (20) para la sujeción del mismo.
- 25
5. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichas sujeciones comprenden una placa (11) de sujeción aislante y un tornillo (13) que pasa a través de dicha placa (11) y fijo a la traviesa (21), el tornillo (13) retiene dicha placa (11) por medio de una tuerca (17) roscada en el extremo superior del tornillo y por medio de una placa (18) de refuerzo metálica.
- 30
6. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en la que el dispositivo sensor está incorporado en la placa (11) aislante.
7. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el elemento (2) de sensor de presión está en contacto con la placa (11) aislante y a la traviesa (21), o entre la placa (11) distante y el raíl (20), o entre la placa (11) aislante y un clip (23) de sujeción.
- 35
8. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el elemento (2) de sensor de presión está situado bajo el punto de apoyo del clip (23) resiliente con respecto a la parte inferior del raíl (20).
9. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el elemento de radiación está seleccionado entre: una antena, electrodo, placa, espira abierta o cerrada, bobina, una capa de tinta o pasta conductora.
- 40
10. Instalación de ferrocarril de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** el elemento de radiación es una antena seleccionada entre: monopolo, dipolo, vertical monopolo, dipolo paralelo a un plano conductor, bastidor de antena, antena coplanar, antena de radiofrecuencia, antena plana, o antena impresa.
11. Instalación de ferrocarril de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende una carcasa (16) y **porque** el elemento de sensor y el elemento radiante están alojados dentro de dicha carcasa.
- 45
12. Sistema de ferrocarril que comprende una instalación de ferrocarril de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes y al menos un vehículo (25) de ferrocarril concebido para circular sobre los raíles de dicha instalación de ferrocarril; en el que el sistema de ferrocarril comprende además una unidad (5) receptora instalada en dicho vehículo (25) de ferrocarril, en el que dicha unidad (5) receptora está adaptada para detectar dicho pulso electromagnético.
- 50



5 13. Procedimiento para confirmación del estado de apriete de las sujeciones de instalaciones de ferrocarril, comprendiendo dicha instalación de ferrocarril raíles (20) montados sobre traviesas (21) en cooperación con sujeciones para aseguramiento de los raíles a las traviesas, y una placa (22) base resiliente dispuesta entre la parte inferior de un raíl y una traviesa, de manera que el raíl (20) se apoye sobre la traviesa a través de dicha placa (22) base resiliente,

10 **caracterizado porque** el procedimiento comprende la producción de emisión de pulsos electromagnéticos proporcionales a la presión de apriete presente en al menos un punto de dichas sujeciones después del paso de una rueda de un vehículo (25) de ferrocarril, en el que dichos pulsos electromagnéticos son producidos por medio de un elemento (3) conductor eléctricamente conectado a un sensor (2) de presión, en el que el sensor de presión es un material con propiedades piezoeléctricas y **porque** dichos pulsos electromagnéticos son producidos sometiendo el material piezoeléctrico a un impacto de fuerza del paso del tren,

15 en el que dicho elemento (2) de sensor de presión está situado en un punto de dichas sujeciones, de manera tal que el elemento (3) conductor eléctricamente produce un pulso electromagnético proporcional a la magnitud de un impacto de fuerza contra el elemento (2) de sensor de presión causado por la compresión-relajación de la placa (22) base resiliente después de que una rueda de un tren haya pasado sobre el medio de sujeción en el que está situado el sensor (2) de presión.

20 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho impacto de fuerza contra el sensor de presión es causado por el retorno de la placa (22) base resiliente a su estado de compresión inicial, después de que un tren haya pasado sobre la sujeción en la que está situado el elemento (2) de sensor de presión.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** comprende la detección de dicha emisión electromagnética por medio de una unidad (5) receptora situada en un vehículo (25) de ferrocarril que está viajando sobre los raíles.

25

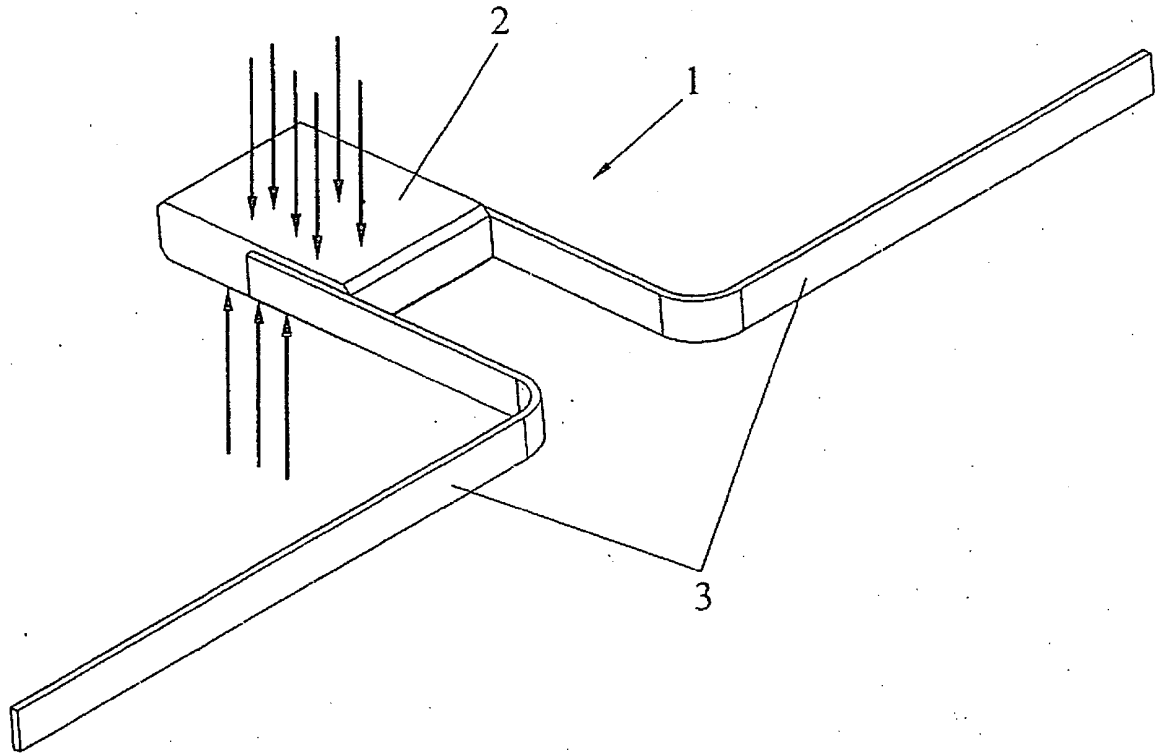


FIG.1

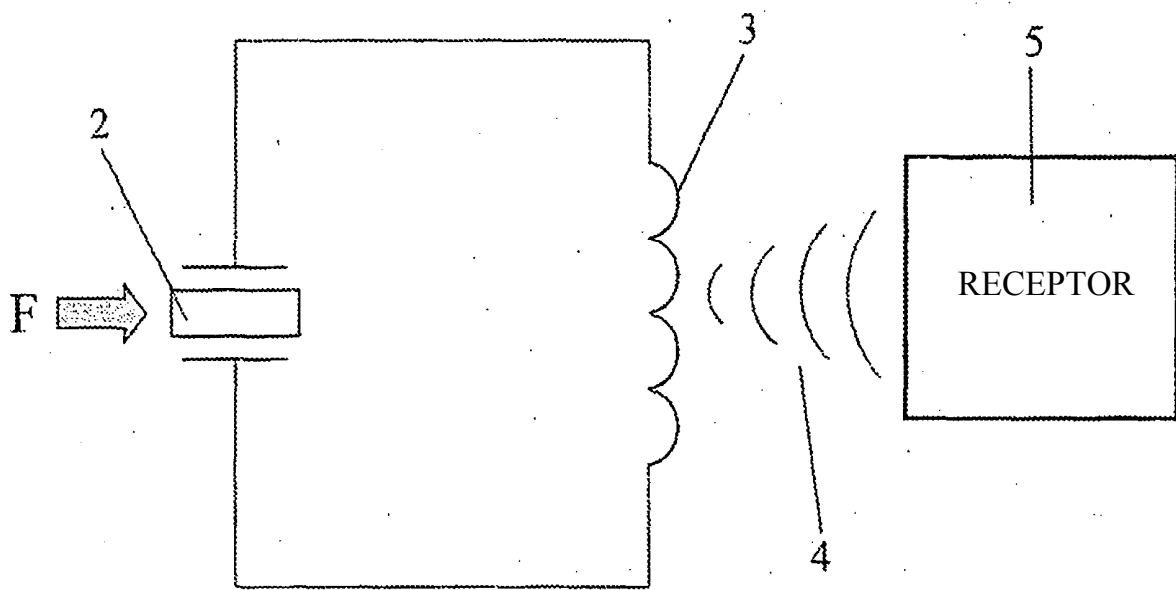


FIG.2

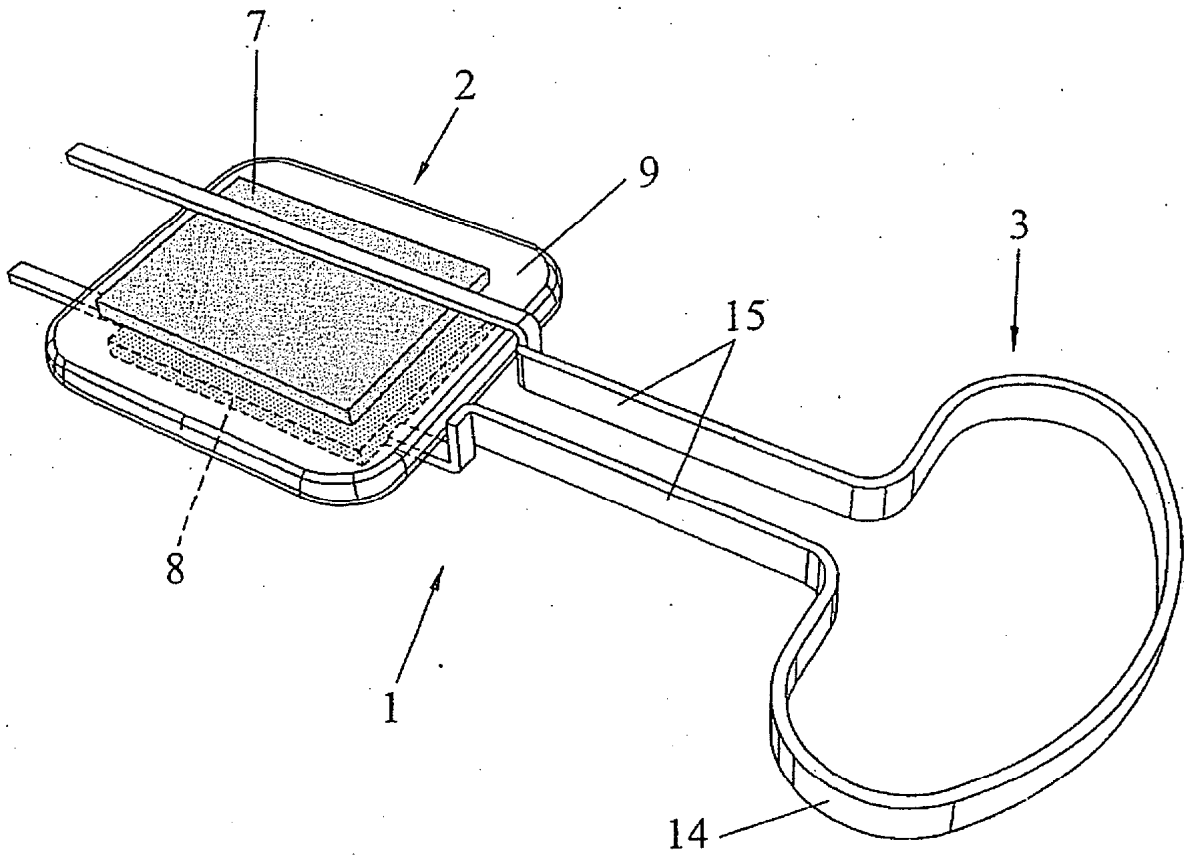


FIG.3

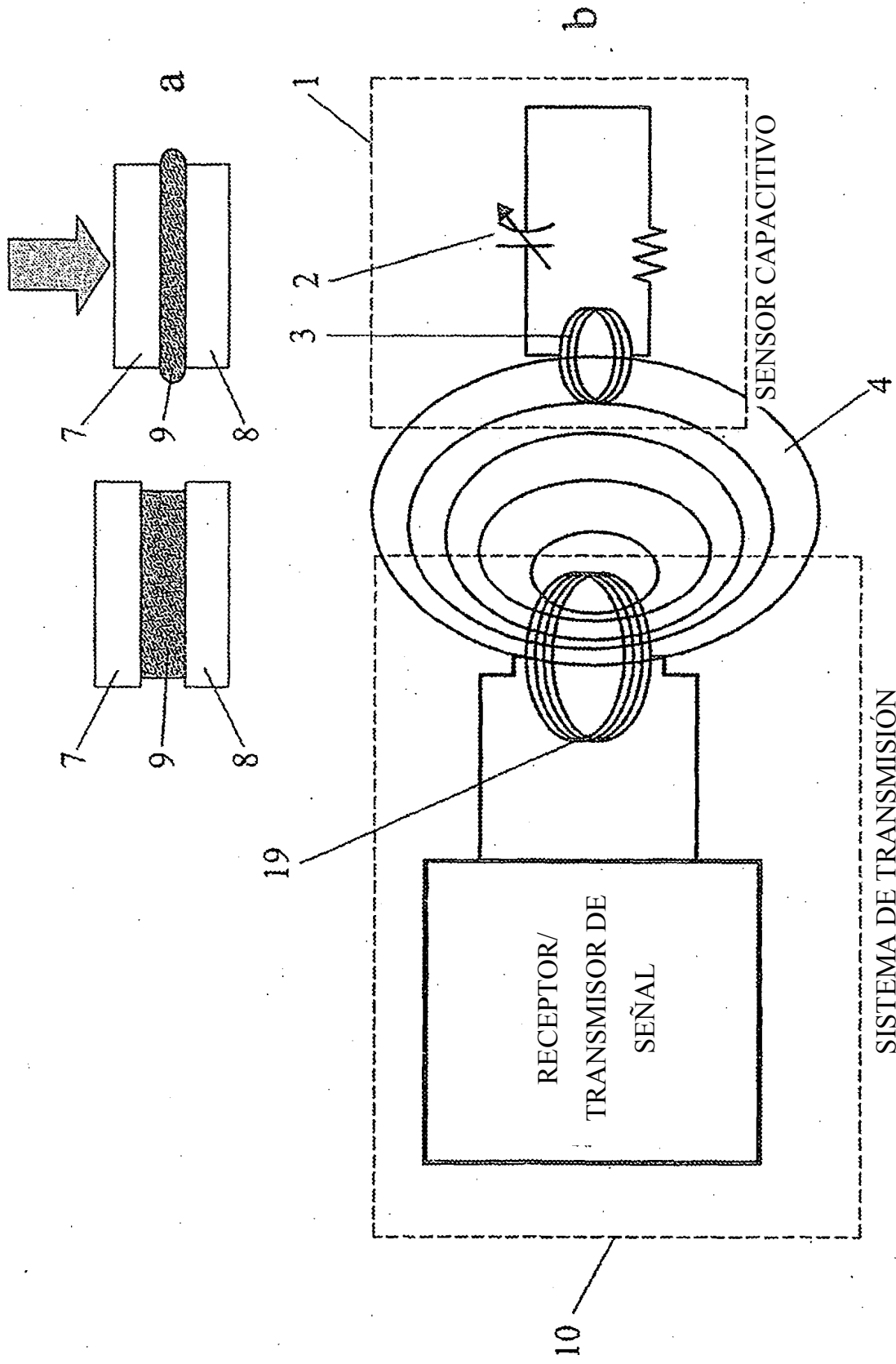


FIG.4

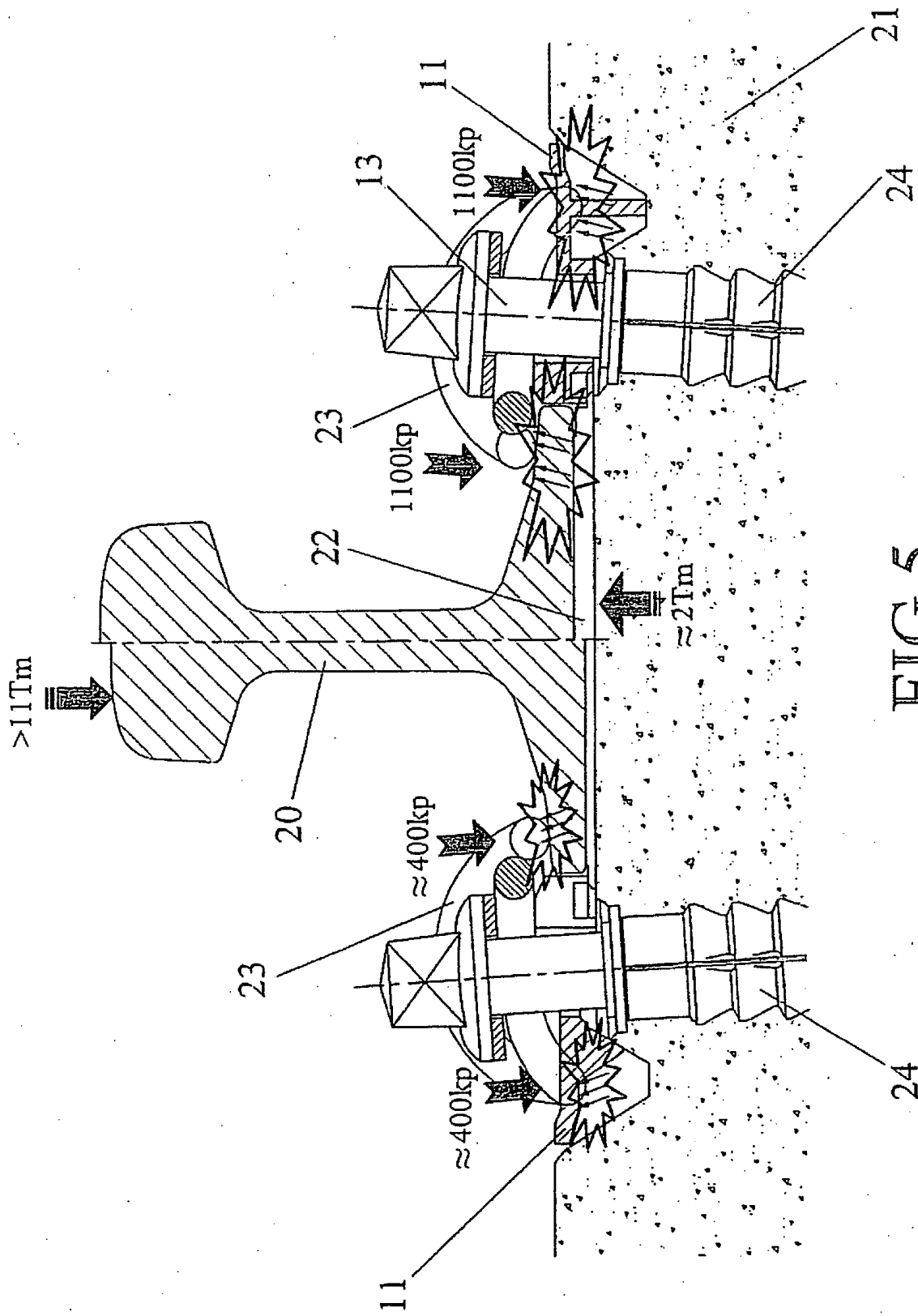


FIG.5

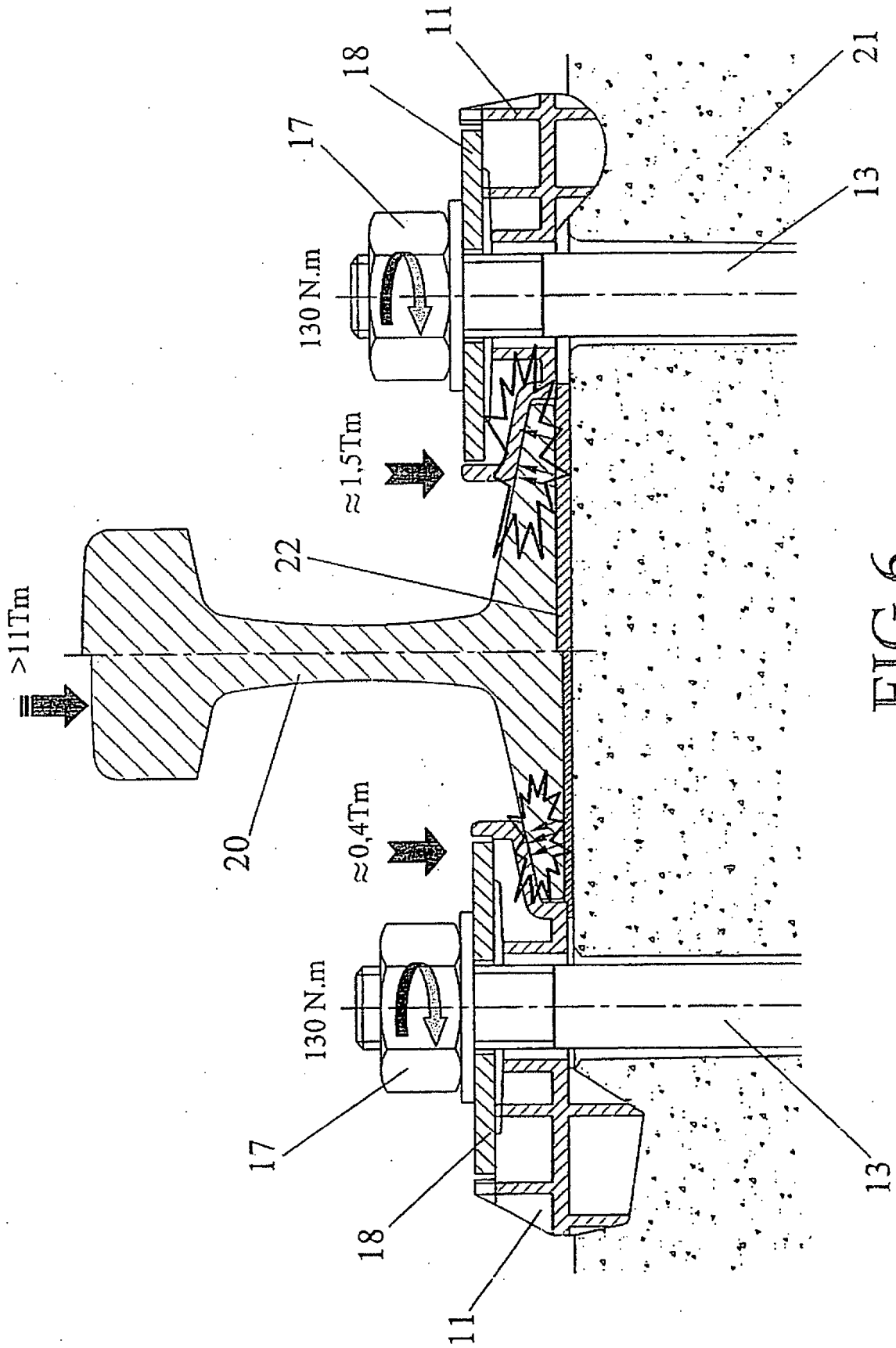


FIG.6

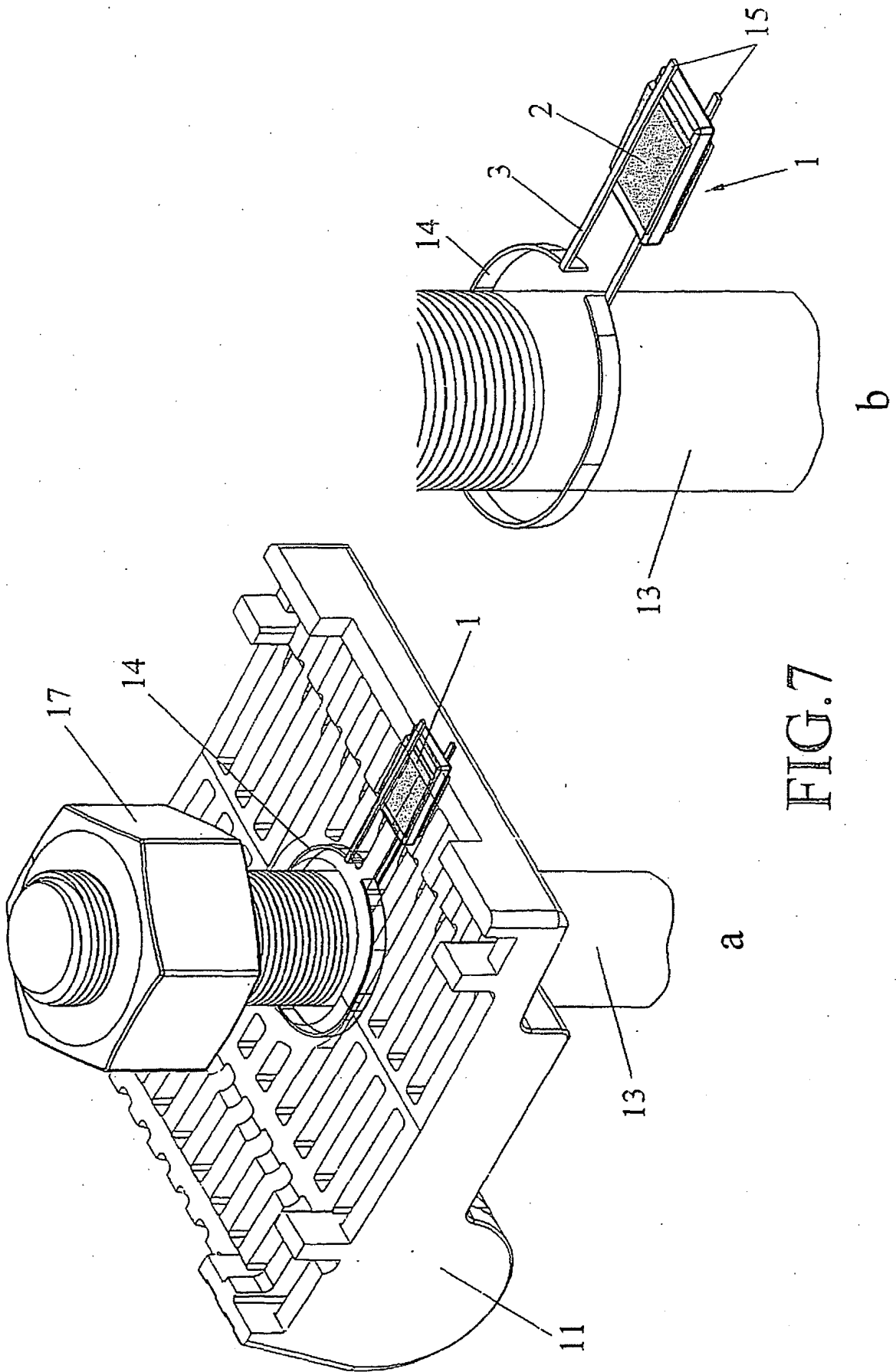


FIG. 7



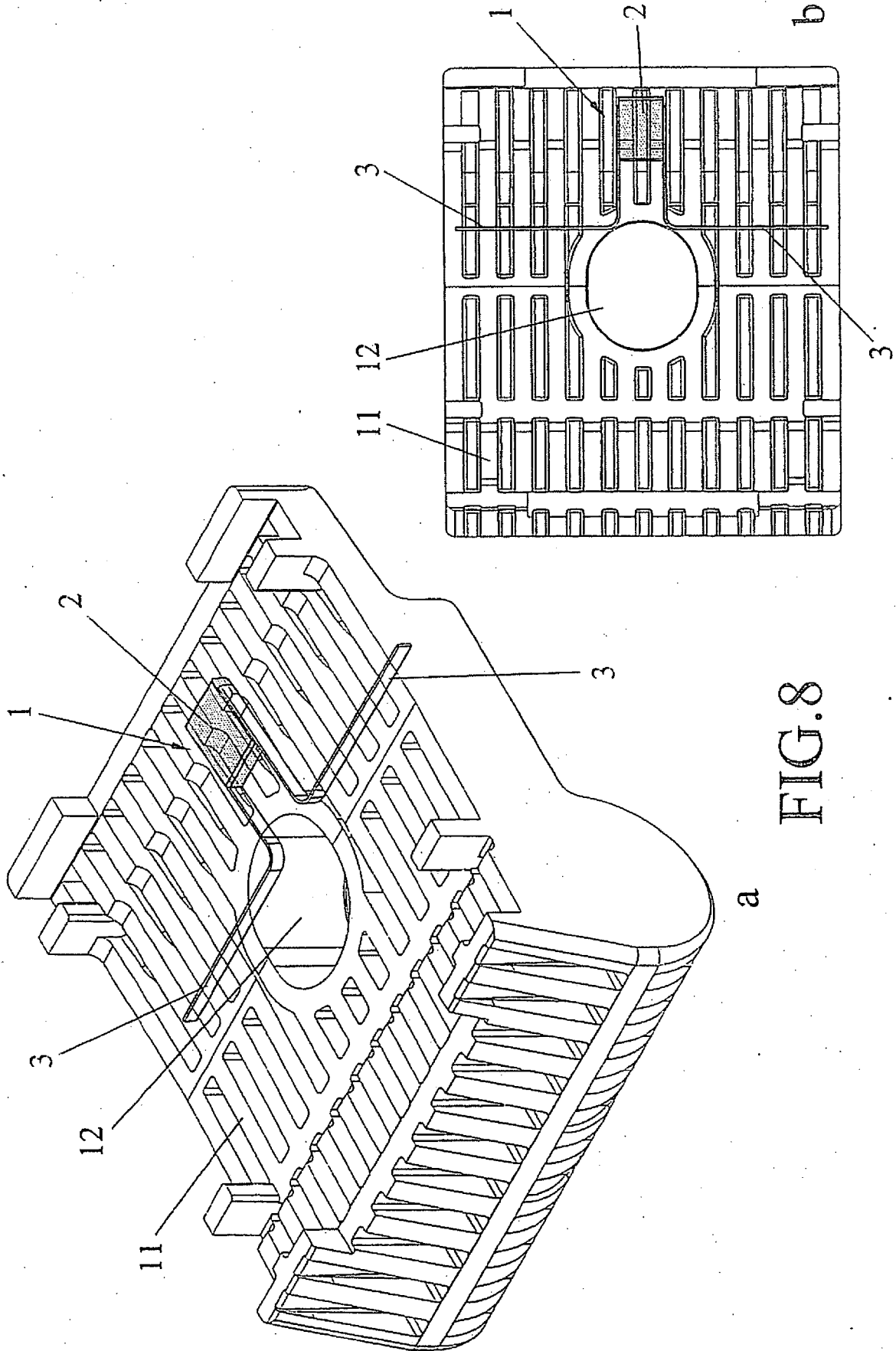


FIG. 8

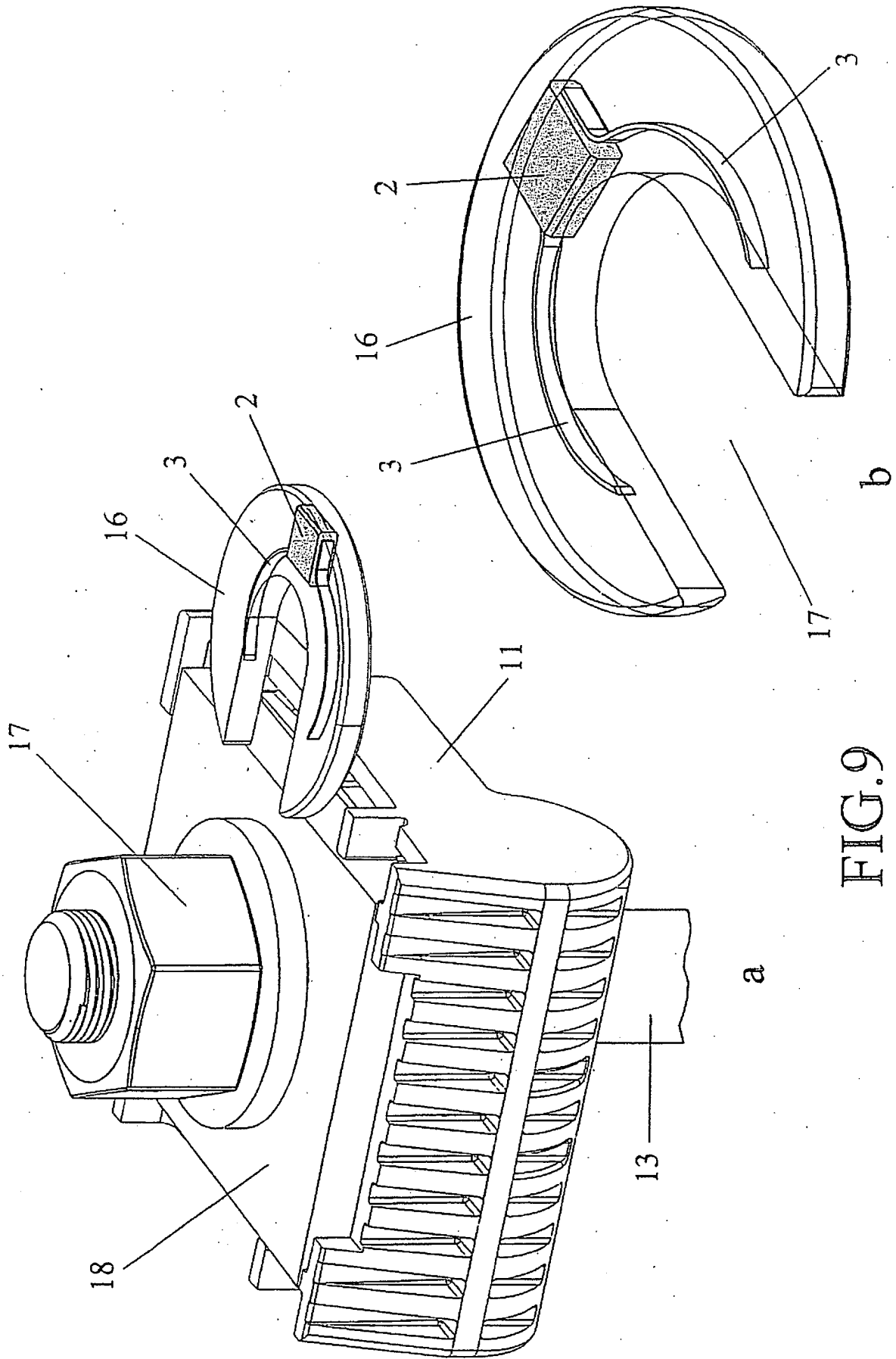


FIG.9

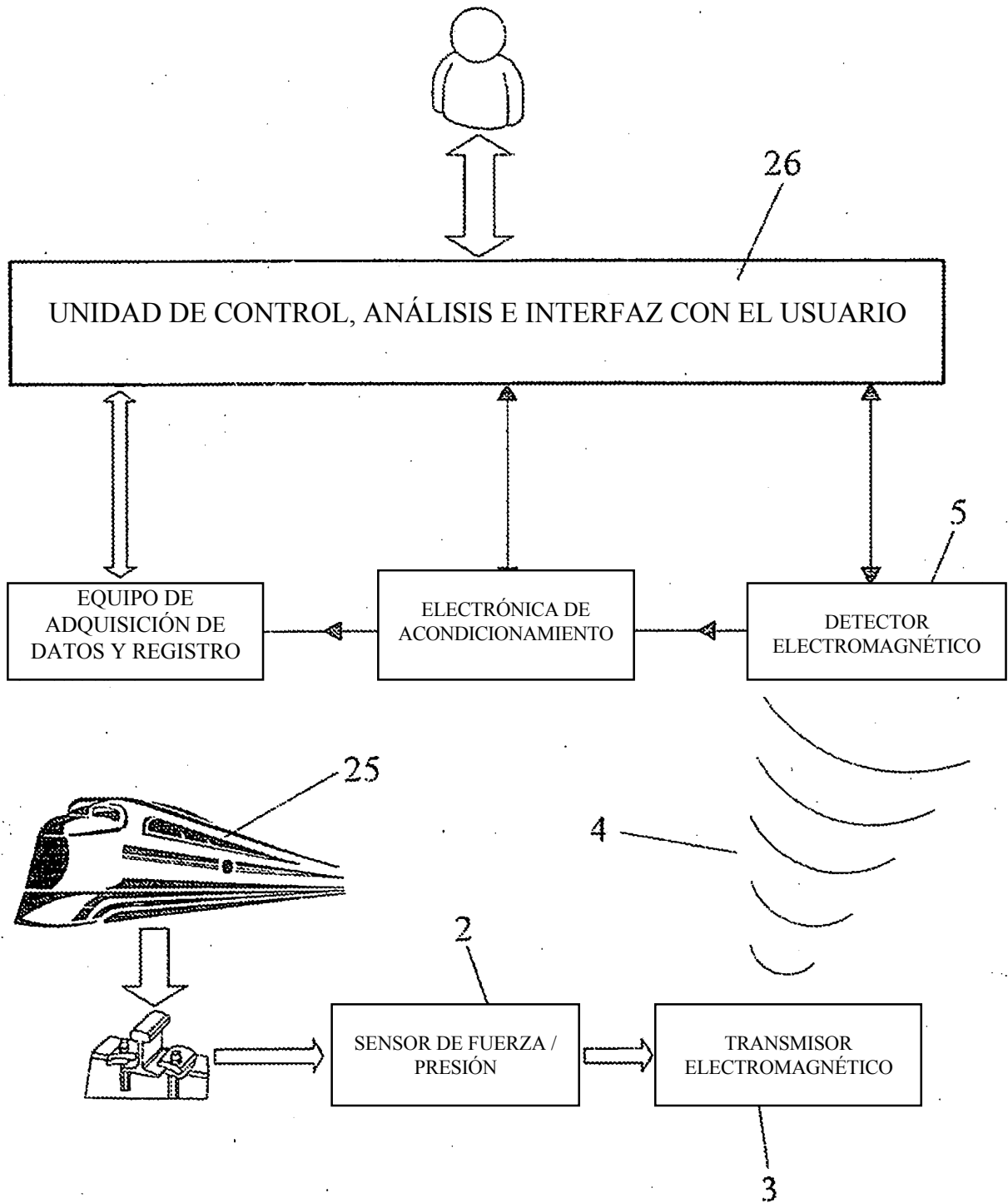


FIG.10

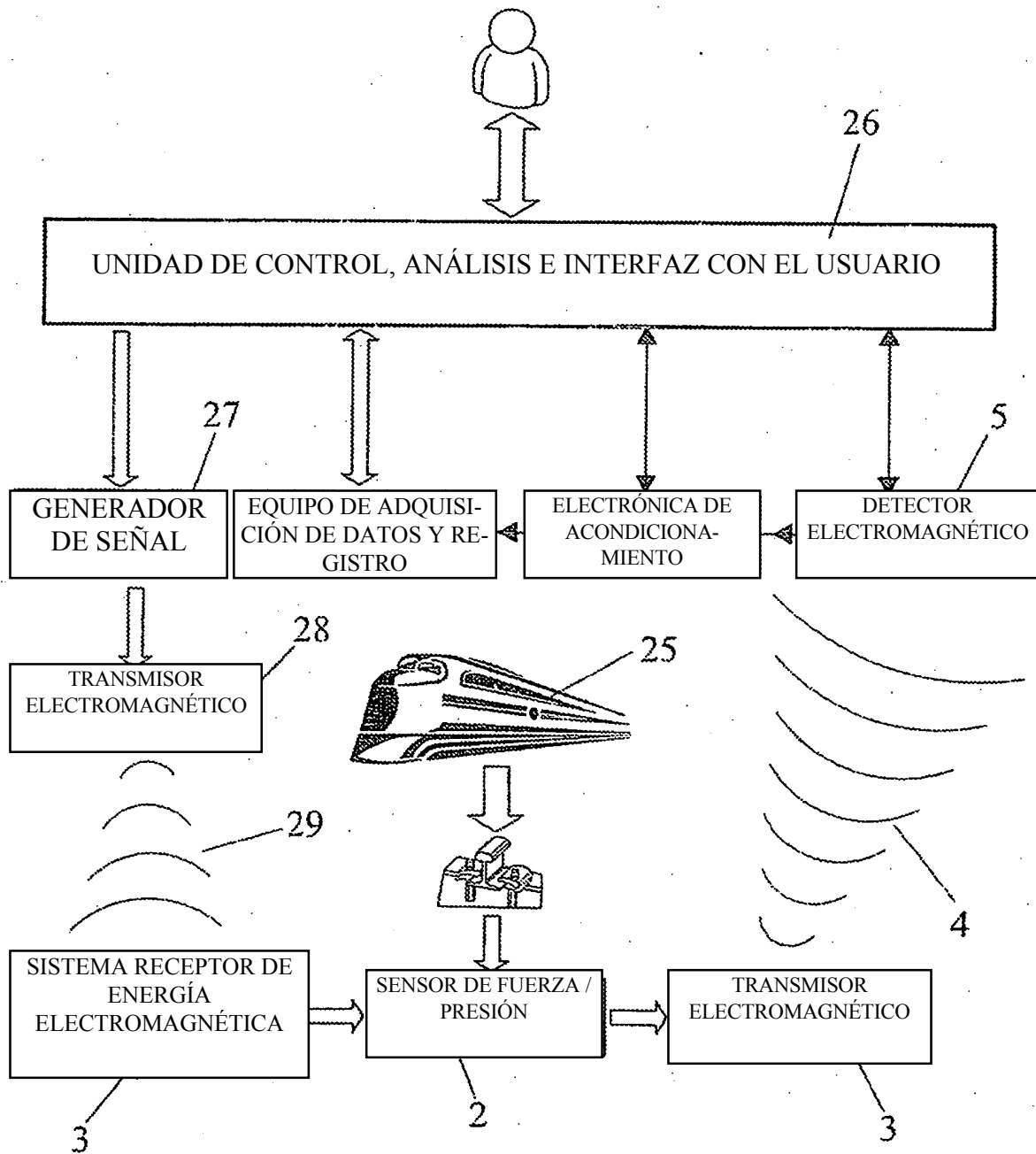


FIG.11