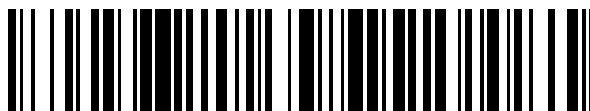


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 860**

51 Int. Cl.:

**F16C 33/12** (2006.01)  
**F16C 33/24** (2006.01)  
**F16C 31/02** (2006.01)  
**F16C 33/20** (2006.01)  
**C23C 30/00** (2006.01)  
**C23C 2/12** (2006.01)  
**C23C 4/08** (2006.01)  
**E04H 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014** **E 14193329 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018** **EP 2873883**

54 Título: **Cojinete deslizante para ingeniería estructural**

30 Prioridad:

**18.11.2013 IT MI20131907**

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

**01.06.2018**

73 Titular/es:

**CAVE S.R.L. (100.0%)**  
**Via Alessandria, 1**  
**20010 Canegrate (MI), IT**

72 Inventor/es:

**MURONI, ALESSANDRO y**  
**QUAGLINI, VIRGINIO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 670 860 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**

Cojinete deslizante para ingeniería estructural

5 La presente invención se refiere en términos generales a cojinetes deslizantes para aplicaciones de ingeniería estructural y en particular a un cojinete deslizante para estructuras tales como puentes y edificios.

10 Los cojinetes deslizantes se usan por lo general en la construcción de estructuras civiles, industriales y viales, tales como puentes y viaductos de carreteras y ferrocarril. Los cojinetes deslizantes definen entre dos o más partes de una estructura limitaciones de zapata, bisagra, así como las combinaciones de las mismas. La función de los cojinetes deslizantes es permitir que las partes de la estructura hagan movimientos relativos que por lo general son traslaciones y/o rotaciones, en condiciones de operación normales, en las que estos movimientos están causados por la contracción de los materiales de edificación, efectos térmicos, así como por el tráfico, el viento y el uso de la estructura, o en el caso de sucesos sísmicos.

15 Un cojinete deslizante comprende por lo general al menos un primer componente y al menos un segundo componente hechos de acero que están conectados de forma operativa entre sí y están configurados para soportar una carga vertical, así como al menos un par de superficies deslizantes dispuestas entre el primer y el segundo componentes de un modo tal que les permitan hacer movimientos relativos y/o rotaciones. Por lo general, se usa un par de superficies planas cuando es necesario permitir movimientos de traslación relativos a lo largo de una o una diversidad de direcciones paralelas a las superficies deslizantes, mientras que se usa un par de superficies curvadas cuando es necesario permitir rotaciones alrededor de uno o una diversidad de ejes.

20 Una de las superficies deslizantes es por lo general una placa hecha de un material polimérico montada sobre uno de los componentes del cojinete. En los cojinetes deslizantes diseñados para áreas geográficas que no tienen sismicidad o tienen una sismicidad relativamente baja, o más generalmente en los cojinetes deslizantes que no están destinados para su uso en soportes antisísmicos que se caracterizan por una alta capacidad disipativa, la superficie del material polimérico está hecha de un material polimérico de baja fricción. El politetrafluoretileno (PTFE) es el material polimérico usado principalmente para esas aplicaciones, mientras que se han sugerido el polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) y la poliamida colada añadida con lubricantes de estado sólido como materiales poliméricos alternativos cuando se someten los cojinetes deslizantes a condiciones de operación específicas. Se desvela un cojinete deslizante para aplicaciones de ingeniería estructural, por ejemplo, en el documento de Patente EP0126633. La superficie deslizante acoplada a la superficie deslizante hecha de material polimérico es una superficie metálica pulida en espejo asociada al otro componente del cojinete. Por lo general, también se interpone un lubricante entre las dos superficies deslizantes del cojinete con el fin de reducir aún más el coeficiente de fricción.

25 La superficie deslizante metálica es por lo general una placa de acero inoxidable que tiene un espesor comprendido entre 1,5 y 3 mm. La configuración se usa ampliamente debido a que el acero inoxidable es un material fuerte lo suficientemente duro para soportar la abrasión cuando se acopla a un material polimérico más blando. El acero inoxidable también es resistente a la corrosión y relativamente fácil de pulir hasta una rugosidad del orden de 1 µm, lo que permite cumplir los requisitos de las normas presentes y en particular los que se refieren a la resistencia al desgaste del par de superficies deslizantes; la resistencia al desgaste depende de la trayectoria de deslizamiento obtenible máxima con respecto a las condiciones de carga del diseño.

30 En el caso de cojinetes deslizantes que comprenden superficies curvadas convexas o cóncavas diseñadas para permitir rotaciones de una estructura o de una parte de la misma con respecto a un plano de soporte, o que tienen una función antisísmica tal como, por ejemplo, cojinetes deslizantes de péndulo, el componente destinado a recibir la placa de acero inoxidable que forma la superficie deslizante metálica se mecaniza de un modo tal que obtenga un asiento convexo o cóncavo adecuado para soportar la placa. El componente que recibe la placa de acero inoxidable está hecho por lo general de acero al carbono, que es un material que tiene una tenacidad y una resistencia mecánica elevadas, lo que permite soportar grandes cargas sin dañarse ni experimentar deformaciones que podrían comprometer la operación y la vida de servicio del cojinete.

35 La placa de acero inoxidable, que tiene una forma plana, se deforma plásticamente por medio de moldes adecuados u operaciones de calandrado dependiendo de la forma y la curvatura requeridas y a continuación se monta sobre el componente del cojinete por unión con adhesivos, soldadura, o por medio de tornillos, remaches o métodos similares que se indican en las normas técnicas del campo.

40 Por lo general, la rigidez y la tenacidad del acero inoxidable no permiten obtener una curvatura que se corresponda de forma precisa con la curvatura del asiento formado en el componente del cojinete. Durante la operación esto causa problemas de contacto entre las dos partes y de ese modo tensiones que se concentran particularmente en las áreas de conexión entre la placa de acero inoxidable y el componente del cojinete. Por lo tanto, existe un aumento de los riesgos de mal funcionamiento y daño del cojinete.

65

5 Por la misma razón, la curvatura de la placa de acero inoxidable que forma una de las dos superficies deslizantes puede no coincidir exactamente con la curvatura de la placa de material polimérico que forma la otra superficie deslizante del par de superficies deslizantes del cojinete. Durante la operación, esto causa un atasco y un aumento de la resistencia al deslizamiento entre las dos superficies. Las sobrepresiones locales resultantes en la superficie deslizante hecha de material polimérico conducen a un desgaste prematuro de la misma.

El problema de la curvatura de las placas hechas de acero inoxidable es más sensible en el caso de superficies curvadas que tienen un radio de curvatura pequeño, o al menos inferior a 1000 mm.

10 De forma alternativa al uso de placas de acero inoxidable, las normas actuales permiten fabricar componentes de cojinete hechos de aluminio o una aleación del mismo de modo que se obtenga la superficie deslizante metálica curvada. La superficie deslizante metálica se forma sobre la cara del componente destinada al contacto con la placa de material polimérico asociada al otro componente. Esta superficie se pule de forma adecuada de modo que se obtenga una rugosidad superficial que cumpla los requisitos de las normas.

15 Se conoce que el aluminio tiene propiedades mecánicas que son considerablemente inferiores a las del acero, y por lo tanto cuando se emplea aluminio las normas requieren una reducción de la vida de servicio del cojinete en comparación con la vida de servicio de un cojinete correspondiente provisto con una superficie deslizante de acero inoxidable. Esta reducción se basa en la trayectoria de deslizamiento permisible máxima. De acuerdo con la norma europea EN 1337-2: 2004, que regula el uso de cojinetes y materiales relacionados en construcciones de edificios, la trayectoria de deslizamiento es una quinta parte de la trayectoria de deslizamiento que caracteriza a una placa de acero inoxidable sobre una placa de material polimérico acoplada a la misma y unas condiciones de operación iguales.

20 Por lo tanto, esta configuración alternativa de un cojinete deslizante es desventajosa desde un punto de vista económico en términos de resistencia y vida de servicio del cojinete.

25 Además, alternativamente al uso de placas de acero inoxidable para la fabricación de una superficie deslizante metálica curvada, las normas permiten formar un revestimiento metálico de cromo sobre la superficie del componente destinado a estar en contacto con la superficie deslizante hecha de material polimérico.

30 Esta configuración permite solucionar los problemas de contacto discutidos anteriormente, debido a que la superficie deslizante se forma directamente sobre uno de los componentes del cojinete, por lo general mediante mecanización con control numérico y de ese modo con un alto grado de precisión, y no se monta en la misma. Esto también permite solucionar los problemas relacionados con las propiedades mecánicas de los materiales debido a que, como se ha discutido anteriormente, los componentes del cojinete están hechos por lo general de acero al carbono.

35 Sin embargo, se conoce que el cromo tiene una mayor dureza que el acero inoxidable, lo que no permite obtener superficies deslizantes que tengan la misma rugosidad que el acero inoxidable. Por lo tanto, un cojinete deslizante que comprende una superficie deslizante metálica obtenida mediante revestimiento metálico de cromo de una superficie de uno de sus componentes se somete a un desgaste más rápido que un cojinete correspondiente que emplea una superficie deslizante metálica en forma de una placa hecha de acero inoxidable.

40 Por esta razón, también en este caso las normas requieren una reducción de la vida de servicio del cojinete, que se basa en la trayectoria de deslizamiento permisible máxima como en el caso del aluminio y, de acuerdo con la norma europea EN 1337-2: 2004, es una quinta parte de la trayectoria de deslizamiento que caracteriza a un cojinete que tiene una placa de acero inoxidable sobre una placa de material polimérico acoplada a la misma y condiciones de operación iguales.

45 También se conoce que un revestimiento metálico de cromo es fácilmente objeto de formación de grietas que dan como resultado riesgo de corrosión de las capas subyacentes, es decir, el componente del cojinete de la cara sobre la que se realiza el revestimiento. Por lo tanto, la fabricación de un componente de cojinete que tiene una superficie deslizante con revestimiento metálico de cromo requiere un cuidado extremo tanto durante el montaje como durante la instalación del cojinete, debido a las posibles muescas accidentales del revestimiento metálico de cromo que, aunque sumamente localizadas, exponen la superficie del componente sobre la que se realiza el revestimiento metálico de cromo a ataques corrosivos por parte de los agentes atmosféricos.

50 Por lo tanto, también esta alternativa de configuración de un cojinete deslizante es desventajosa desde un punto de vista económico.

55 Finalmente, se conoce que los procesos de revestimiento metálico de cromo son altamente contaminantes, lo que hace que esta configuración sea incluso menos atractiva.

60 Por lo tanto, existe la necesidad de encontrar soluciones para la fabricación de cojinetes deslizantes que permitan superar las desventajas mencionadas anteriormente, que es un objetivo de la presente invención.

65

También es un objetivo de la presente invención proporcionar cojinetes deslizantes cuyas superficies deslizantes metálicas sean más fáciles y más baratas de fabricar de las que se requieren en la actualidad por las normas presentes.

5 Dicho objetivo se consigue con un cojinete deslizante cuyas características principales se exponen en la reivindicación 1, mientras otras características se exponen en las reivindicaciones restantes.

Una idea de la solución que subyace a la presente invención es hacer la superficie deslizante metálica de un cojinete deslizante mediante la formación de un revestimiento metálico o revestimiento con metal sobre la superficie del componente destinada a entrar en contacto con la superficie deslizante hecha de un material polimérico, y fabricando este componente del cojinete usando acero al carbono. De hecho, esta solución parece la más adecuada desde un punto de vista funcional y de fabricación, debido a que permite solucionar los problemas de contacto que caracterizan a las placas de acero inoxidable sin penalizar las características mecánicas de los componentes del cojinete destinados a soportar las cargas, que son necesarias para asegurar una vida de servicio económicamente sostenible del cojinete.

También es una idea de la solución que subyace a la invención hacer tal revestimiento mediante revestimiento metálico de aluminio o cinc, o las respectivas aleaciones de los mismos. De hecho, aluminio y cinc tienen una dureza mucho menor que el cromo, lo que permite obtener una rugosidad y trayectorias de deslizamiento máximas que son comparables a las de una superficie de acero inoxidable sobre una placa de material polimérico acoplada a la misma y condiciones de operación iguales.

Una ventaja proporcionada por la invención es que un revestimiento metálico de aluminio o cinc tiene una resistencia a la corrosión comparable a la del acero inoxidable. En particular, cuando el espesor del revestimiento de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones es mayor de aproximadamente 150  $\mu\text{m}$ , tras la oxidación de la capa más exterior del revestimiento se genera una película de óxido que se adhiere tenazmente a la superficie revestida y sella las porosidades, protegiendo de ese modo de la corrosión al sustrato sobre el que se forma el revestimiento metálico. De este modo, un revestimiento de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones ayuda a proteger la superficie de un componente de acero al carbono de un cojinete cuando se forma el revestimiento de forma mucho más eficaz que el cromo.

Además, aluminio y cinc tienen un comportamiento anódico en comparación con el carbono, lo que implica que, incluso en presencia de porosidades en el revestimiento, o como resultado de arañazos accidentales causados durante el montaje del cojinete en la fábrica, su instalación, o su operación normal, el revestimiento metálico de aluminio, cinc u otras aleaciones respectivas actúa como ánodo sacrificial que se oxida en lugar del material subyacente, protegiendo de ese modo el componente revestido del cojinete.

Otra ventaja ofrecida por la invención es que aluminio y cinc tienen un coeficiente de conductividad térmica mucho mayor que el acero inoxidable, lo que permite obtener superficies deslizantes metálicas que presentan una alta capacidad de transferencia térmica. Esto es particularmente ventajoso cuando se usan cojinetes deslizantes como soportes antisísmicos.

Las características y ventajas adicionales del cojinete deslizante de acuerdo con la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones de la misma por referencia a las figuras anexas en las que:

- la figura 1 es una vista en sección transversal parcial frontal que muestra esquemáticamente un cojinete deslizante no cubierto por la invención de tipo plano multidireccional;
- la figura 2 es una vista en sección transversal parcial frontal que muestra esquemáticamente un cojinete deslizante de acuerdo con la invención de tipo plano/esférico combinado;
- la figura 3 es una vista en sección transversal parcial frontal que muestra esquemáticamente un cojinete deslizante de acuerdo con la invención de tipo de péndulo deslizante.

Por referencia a la Figura 1, un cojinete deslizante no cubierto por la invención se indica generalmente por referencia al numeral 110. El cojinete deslizante 110 comprende un primer componente y un segundo componente, 111, 112, hechos de acero que están conectados de forma operativa entre sí y configurados para soportar una carga vertical.

El primer componente 111 está destinado a conectarse a una estructura de soporte, por ejemplo a un pilar de un puente o a un cimiento de un edificio o de una planta industrial, mientras que el segundo componente 112 está configurado de un modo tal que se conecte a un elemento destinado a situarse sobre dicha estructura de soporte, por ejemplo una bahía del tablero del puente, o una viga del edificio o la planta industrial. En la realización ilustrada, la conexión de los componentes del cojinete a la estructura de soporte y a dicho elemento se consigue, por ejemplo, por medio de bases o columnas 131, 132 adecuadas destinadas a instalarse y fijarse en los respectivos orificios formados en estas partes.

65

El cojinete 110 comprende además al menos un par de superficies deslizantes dispuestas entre el primer y el segundo componentes de un modo tal que permitan traslaciones relativas de las mismas.

En la realización ilustrada, el cojinete deslizante 110 comprende, por ejemplo, un solo par de superficies deslizantes que están indicadas respectivamente por los números de referencia 121, 122.

5 Las superficies deslizantes 121, 122 son, por ejemplo, superficies planas configuradas para permitir movimientos relativos entre el primer y el segundo componentes 111, 112 a lo largo de una pluralidad de direcciones paralelas a su plano de contacto. En una configuración de operación, el plano de contacto es por lo general un plano horizontal.

10 Una de las superficies deslizantes, por ejemplo la superficie 121 en la realización ilustrada, es una placa hecha de un material polimérico, por ejemplo PTFE. La placa puede estar instalada, por ejemplo, en un asiento formado en el primer componente 111 como se muestra de forma esquemática en la Figura 1, pero podría estar dispuesta simplemente sobre el primer componente 111 y fijada al mismo mediante un adhesivo.

15 La otra superficie deslizante, por ejemplo la superficie 122 en la realización ilustrada, es una superficie de metal asociada al segundo componente 112. Esta superficie de metal está pulida en espejo mediante bruñido.

20 La superficie metálica deslizante es al menos una parte de la cara de uno de los componentes hechos de acero del cojinete que está de cara a la placa de material polimérico asociada al otro componente, estando dicha parte revestida mediante un revestimiento metálico de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

25 En la Figura 1, así como en las Figuras 2 y 3 que se describirán más tarde, el revestimiento superficial se muestra de forma esquemática por medio de una línea que es más gruesa que las que se usan para las otras partes del cojinete.

30 Se ha de entender que para los fines de la presente invención es completamente irrelevante que la superficie deslizante de material polimérico esté asociada a uno entre el primer y el segundo componentes y que la superficie deslizante revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones sea una parte de la cara del otro componente. De una forma completamente equivalente, la superficie deslizante hecha de material polimérico podría estar asociada al segundo componente y la superficie deslizante metálica revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones se podría formar en una parte de la cara del primer componente.

35 En el marco de la invención el modo de ensamblaje o anclaje de la placa de material polimérico sobre el primer o el segundo componentes también es completamente irrelevante.

40 El revestimiento metálico de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones se lleva a cabo por medio de un proceso de metalización en el que el metal revestido se calienta hasta su punto de fusión, y a continuación se transporta hasta la cara del componente del cojinete que se va revestir por medio de una corriente de gas.

45 En una realización preferente del proceso, el material metálico que consiste en aluminio o cinc, o una de sus respectivas aleaciones, está en forma de partículas, por ejemplo extraídas de polvos a granel o de un alambre, y se llevan al estado fundido mediante el calor producido por la combustión de un combustible gaseoso, por lo general acetileno o propano, o por medio de un arco eléctrico generado por una corriente que varía por lo general entre 200 A y 400 A. Se pulveriza un alambre de metal fundido mediante un chorro de aire comprimido que empuja las partículas de metal fundido a alta velocidad contra la parte de la cara del componente del cojinete que se reviste con metal. Tras el impacto contra la cara del componente de cojinete que se reviste con metal, las partículas de metal se integran permanentemente en su rugosidad, o entre las partículas del metal del revestimiento que se han depositado anteriormente. El proceso continúa hasta que se obtiene el espesor de revestimiento deseado.

50 Cuando se hace el revestimiento metálico de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones es esencial que la cara del componente de cojinete que se reviste con metal se mecanice previamente de un modo tal que se obtenga una rugosidad adecuada para asegurar un número suficiente de áreas de anclaje mecánico para las partículas de metal transportadas contra la misma.

55 El revestimiento de metal de acuerdo con la invención se puede aplicar de forma ventajosa independientemente del tamaño de la cara del componente de cojinete que se reviste, y no está limitado al tamaño de un baño electrolítico como en su lugar ocurriría en los procesos de revestimiento metálico de cromo permitidos por las normas técnicas.

60 La capa de revestimiento puede estar hecha de aluminio comercialmente puro, es decir, al 99,5 % en peso, cinc puro, es decir al 99,99 % en peso, o alternativamente de aleaciones de aluminio o cinc en las que la cantidad de aluminio o cinc es al menos un 80 % en peso.

65 Esto permite obtener trayectorias de deslizamiento de vida de servicio que se corresponden básicamente con la trayectoria de deslizamiento que caracteriza a una placa de acero inoxidable sobre una placa de material polimérico asociada y condiciones de operación iguales, midiéndose dichas trayectorias de deslizamiento de acuerdo con la norma EN 1337-2:2004.

## ES 2 670 860 T3

5 Además de las características descritas anteriormente, estos metales y sus correspondientes aleaciones son preferentes debido a que aluminio y cinc tienen un comportamiento anódico cuando se combinan con acero al carbono. En presencia de posibles porosidades, defectos o daños en el revestimiento que causan los fenómenos de oxidación por revestimiento metálico, el revestimiento de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones se oxida en lugar del material subyacente, conservando de ese modo la integridad mecánica del componente de cojinete sobre el que se forma la superficie deslizante metálica y que está destinado a soportar las cargas transmitidas por el cojinete.

10 El aluminio tiene una velocidad de oxidación extremadamente baja y en particular inferior a la del cinc, y por lo tanto la elección para hacer el revestimiento usando aluminio comercialmente puro es preferente, debido a que permite de forma ventajosa eliminar los problemas de corrosión del componente de cojinete de metal también en presencia de porosidad o defectos.

15 Algunos ejemplos no limitantes de materiales que se pueden usar para el revestimiento metálico de la superficie del componente de cojinete sobre la que se forma la superficie deslizante metálica se enumeran en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Símbolo	Elementos de la aleación [porcentaje en peso]	Otros elementos [porcentaje en peso]
A199,5	Al > 99,5 %	Total ≤ 0,5 Si ≤ 0,3 Fe ≤ 0,4 Ti ≤ 0,05 Cu ≤ 0,05 Zn ≤ 0,07 Mn ≤ 0,05 Otros ≤ 0,03
Zn99,99	Zn mínimo 99,99	Total ≤ 0,010 Pb ≤ 0,005 Cd ≤ 0,005 Pb + Cd ≤ 0,006 Sn ≤ 0,001 Fe ≤ 0,003 Cu ≤ 0,002 Otros ≤ 0,12
AlMg5	Mg 4,5-5,5 Mn 0-0,5 Cr 0-0,3 Ti 0,10-0,25 Al restante	Total ≤ 0,9 Si ≤ 0,25 Fe ≤ 0,40 Cu ≤ 0,05 Zn ≤ 0,2 Otros ≤ 0,05
ZnAl15	Zn 84-86 Al 14-16	Total ≤ 0,17 Pb ≤ 0,005 Cd ≤ 0,005 Pb + Cd ≤ 0,006 Sn ≤ 0,001 Fe ≤ 0,05 Cu ≤ 0,01 Si ≤ 0,12

20 De acuerdo con la invención, el espesor del revestimiento de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones está comprendido entre 100 y 300 µm.

25 El espesor es preferentemente mayor de aproximadamente 150 µm para revestimientos hechos de aluminio y mayor de aproximadamente 200 µm para revestimientos de cinc o revestimientos de aleaciones de aluminio o cinc. Mediante el empleo de espesores mayores de aproximadamente 150 µm para revestimientos de aluminio y mayores de aproximadamente 200 µm para revestimientos hechos de cinc o de aleaciones de aluminio o cinc, de hecho, la oxidación de las capas más exteriores del revestimiento genera una película de óxido metálico que se adhiere fuertemente a la superficie del revestimiento y sella las porosidades, protegiendo de ese modo contra la corrosión del sustrato sobre el que se forma el revestimiento.

30 Los ensayos experimentales llevados a cabo mediante el uso de trayectorias de deslizamiento de aproximadamente 10.000 m en combinación con una superficie deslizante de PTFE en las mismas condiciones de operación que se

exponen en la norma europea EN 1337-2: 2004 han permitido verificar que un revestimiento superficial de aluminio con un espesor entre 150 y 200 µm permite obtener coeficientes de fricción que corresponden a los sometidos a ensayo y verificados de acuerdo con la misma norma cuando se emplea una superficie de acero inoxidable en combinación con una superficie deslizante de PTFE. En otras palabras, los cojinetes de acuerdo con la invención tienen básicamente el mismo rendimiento en términos de trayectoria de deslizamiento y coeficiente de fricción que los cojinetes que emplean una placa de acero inoxidable acoplada a la misma superficie de material polimérico de baja fricción.

Además, a través de ensayos experimentales, se ha descubierto que un revestimiento metálico de acuerdo con la invención que tiene un espesor como se ha indicado anteriormente permite obtener una resistencia a la corrosión por pulverización de sal de al menos 1440 horas, que es equivalente a la resistencia a la corrosión de la clase C5 industrial y marina y denominada de "alta" vida de servicio sometida a ensayo de acuerdo con la norma ISO 12944. Esto hace que el cojinete deslizante de la invención cumpla con las normas actuales y permita prever su aplicación de forma alternativa a los cojinetes tradicionales que comprenden superficies deslizantes metálicas hechas de acero inoxidable.

El espesor del revestimiento también puede ser inferior a aproximadamente 150 µm para revestimientos de aluminio e inferior a aproximadamente 200 µm para revestimientos de cinc o revestimientos hechos de aleaciones de aluminio o cinc. De acuerdo con la invención, en este caso es apropiado tratar la superficie deslizante revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones con un sellador de baja viscosidad, que penetra en las porosidades del revestimiento y forma una barrera permanente frente a la corrosión. Los selladores de baja viscosidad adecuados para la presente invención incluyen, por ejemplo, selladores de vinilo, resinas epoxi que contienen alquitrán de hulla (epoxi alquitrán), resinas epoxi pigmentadas con aluminio, resinas epoxi, resinas fenólicas que contienen aceites, selladores basados en resinas de silicona pigmentadas con aluminio (silicona aluminio), selladores basados en resinas acrílicas y siliconas.

De acuerdo con la invención, el sellador de baja viscosidad puede contener de forma ventajosa lubricantes de silicona de un modo tal que se reduzca adicionalmente el coeficiente de fricción durante el deslizamiento relativo del par de superficies deslizantes del cojinete.

Como se ha descrito anteriormente, la superficie deslizante metálica obtenida por revestimiento con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones es al menos una parte de la cara de uno de los componentes del cojinete que está de cara a la placa de material polimérico asociada al otro componente.

El revestimiento metálico superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones puede revestir de forma ventajosa la cara completa del componente, reduciendo de ese modo el área superficial que se tiene que cubrir con una pintura protectora frente a la corrosión según se requiere por las normas presentes. Esta configuración se muestra de forma esquemática en la Figura 1, así como en las Figuras 2 y 3 que se describirán en lo sucesivo en el presente documento.

El revestimiento metálico superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones puede incluso revestir de forma ventajosa el componente completo del cojinete, que de ese modo se protege de la corrosión sin la necesidad de ninguna operación adicional de pintado de protección frente a la corrosión.

Se ha de entender que la presente invención no se limita a cojinetes del tipo plano multidireccional, sino que también se puede aplicar a otros tipos de cojinetes deslizantes, tales como los cojinetes deslizantes de tipo plano mono y bidireccional, en los que no solo las superficies deslizantes destinadas a soportar cargas verticales, sino también las diseñadas para soportar cargas transversales, pueden incluir una primera superficie deslizante hecha de un material polimérico o de un material compuesto especial que contiene PTFE, que se describe por las normas técnicas, y una segunda superficie deslizante metálica formada por un sustrato metálico revestido con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

Además, se ha de entender que la presente invención se refiere a cojinetes que tienen superficies deslizantes curvadas, por ejemplo cojinetes esféricos o cojinetes combinados planos/esféricos tales como los que se muestran en la Figura 2.

De forma similar al cojinete que se muestra en la Figura 1, también en este caso el cojinete 210 incluye un primer componente 211, adaptado para conectarse a una estructura de soporte, por ejemplo un pilar de un puente, y un segundo componente 212 adaptado para conectarse a un elemento destinado a situarse sobre dicha estructura de soporte, por ejemplo una viga del tablero del puente. Además, como en el cojinete de la Figura 1, la conexión a la estructura de soporte y el elemento se consigue por medio de bases o columnas 231, 232 adecuadas destinadas a instalarse y fijarse en los orificios formados en estas partes.

El cojinete 210 comprende además un tercer componente 213 hecho de acero dispuesto entre el primer componente 211 y el segundo componente 212.

La cara del tercer componente 213 que está de cara al primer componente 211 tiene una forma convexa y está configurada de un modo tal que se acople a una superficie cóncava correspondiente formada en el primer componente 211.

5 La cara del tercer componente 213 que está de cara al segundo componente 212 es plana y está configurada para estar en contacto con la superficie plana correspondiente del segundo componente 212.

10 El cojinete deslizante que se muestra en la Figura 2 comprende dos pares de superficies deslizantes indicadas respectivamente con los números de referencia 221, 222 y 223, 224 y dispuestas una entre el primer y el tercer componentes y la otra entre el segundo y el tercer componentes. Para cada par, una superficie deslizante es una placa de material polimérico montada en uno entre el primer y el tercer o entre el primer y el segundo componentes del cojinete, mientras que la otra superficie deslizante es al menos una parte de la cara del otro componente de acero que está de cara a la placa de material polimérico, formándose sobre dicha parte un revestimiento de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

15 Las superficies deslizantes 221, 222 son planas, en concreto una placa de material polimérico instalada en un asiento formado en el tercer componente 213 y la cara plana del segundo componente 212 revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones. La superficies deslizantes 223, 224 son superficies curvadas esféricas o cilíndricas, en concreto una placa de material polimérico instalada en un asiento cóncavo formado en el primer componente 211 y la cara convexa del tercer componente 213 revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

20 La presente invención también se aplica de forma ventajosa a cojinetes de tipo péndulo deslizante que tienen una función de soporte antisísmico para puentes, edificios y plantas industriales.

25 Por referencia a la Figura 3, como en los ejemplos previos el cojinete 310 comprende un primer componente 311, adaptado para conectarse a una estructura de soporte, por ejemplo un pilar de un puente, y un segundo componente 312, adaptado para conectarse a un elemento destinado a situarse sobre la estructura de soporte, por ejemplo una viga del tablero del puente.

30 Además, como en los ejemplos anteriores, la conexión a la estructura de soporte y al elemento se consigue por medio de bases o columnas 331, 332 adecuadas destinadas a instalarse y fijarse en los orificios formados en estas partes.

35 El cojinete 310 comprende además un tercer componente 313 dispuesto entre el primer componente 311 y el segundo componente 312. La cara del tercer componente 313 que está de cara al primer componente 311 tiene una forma convexa y está destinada a acoplarse a la superficie cóncava correspondiente del primer componente 311. La cara del tercer miembro 313 que está de cara al segundo componente 312 también tiene una forma convexa y está destinada a acoplarse a una superficie cóncava correspondiente del segundo componente 312.

40 El cojinete 310 comprende dos pares de superficies deslizantes que se indican mediante los numerales de referencia 312, 322 y 323, 324 y están dispuestas en uno entre el primer y el tercer componentes y en el otro entre el segundo y el tercer componentes, respectivamente. Para cada par, una superficie deslizante es una placa de material polimérico montada en uno entre el primer y el tercer o entre el primer y el segundo componentes del cojinete, mientras que la otra superficie deslizante es al menos una parte de la cara del otro componente que está de cara a la placa de material polimérico, estando dicha parte revestida con metal con un revestimiento superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

45 Las superficies deslizantes 321, 322 son superficies curvadas esféricas o cilíndricas y son respectivamente una placa de material polimérico instalada en un asiento formado en el tercer componente 313 y la cara del segundo componente 312 revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones. Las superficies deslizantes 323, 324 también son superficies curvadas, esféricas o cilíndricas, en concreto una placa de material polimérico instalada en un asiento cóncavo formado en el primer componente 311 y la cara convexa del tercer componente 313 revestida con aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.

50 Se conoce que debido al deslizamiento de las superficies convexas sobre las superficies cóncavas de un cojinete de este tipo, una estructura soportada oscila aumentando y disminuyendo su energía potencial de acuerdo con las leyes de movimiento de un péndulo, cuyo periodo natural se determina mediante el radio de la superficie cóncava. El radio de la superficie cóncava se elige de un modo tal que produzca el periodo natural del péndulo a valores óptimos para la reducción de la respuesta sísmica de la estructura soportada. Una cierta cantidad de energía cinética se disipa a través de la fricción que caracteriza las superficies deslizantes, reduciendo de ese modo adicionalmente la respuesta sísmica de la estructura soportada.

55 La energía cinética que se transforma en energía térmica debido a la fricción se debe disipar en forma de calor de forma tan eficiente como sea posible a través de las partes en contacto. Dado que los materiales poliméricos generalmente tienen bajos coeficientes de transferencia de calor, por ejemplo del orden de 0,2 a 0,6 W/(m · K), las



superficies deslizantes hechas de estos materiales se comportan básicamente como barreras térmicas. Además, los materiales poliméricos se someten a degradación a las temperaturas elevadas que resultan de la fricción. De ese modo, la disipación de calor se lleva a cabo principalmente mediante las superficies deslizantes metálicas.

5 En el caso de un cojinete plano de tipo tradicional, en el que la superficie deslizante metálica es una placa de acero inoxidable y el componente sobre la que se monta está hecho de acero al carbono, el coeficiente de conductividad térmica es aproximadamente  $15 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  para el acero inoxidable y aproximadamente  $65 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  para el acero al carbono. Por lo tanto, el acero inoxidable muestra un comportamiento relativamente aislante con respecto al componente subyacente hecho de acero al carbono.

10 Mediante el uso de un cojinete de acuerdo con la presente invención, una superficie deslizante metálica hecha de aluminio comercialmente puro al 99,5 % en peso tiene un coeficiente de transferencia de calor de aproximadamente  $220 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , y por lo tanto mucho mayor que el del acero al carbono, y a diferencia del último, promueve la transmisión de energía térmica en forma de calor al componente subyacente de acero al carbono del cojinete deslizante.

15 De forma similar, una superficie deslizante hecha de cinc metálico de un 99,99 % en peso tiene un coeficiente de transferencia de calor de aproximadamente  $110 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , por lo tanto también en este caso mayor que el del acero inoxidable y como tal promueve la transmisión de energía térmica en forma de calor al componente subyacente de acero al carbono del cojinete deslizante.

20 Se consiguen las mismas condiciones empleando aleaciones de aluminio o cinc tales como las que se describen en la Tabla 1, y más generalmente aleaciones de aluminio o cinc en las que la cantidad de aluminio o la cantidad de cinc es al menos un 80 % en peso.

25 Por lo tanto, en una configuración y condiciones de operación iguales, un cojinete de tipo péndulo deslizante de acuerdo con la invención permite disipar calor de forma mucho más eficaz que un cojinete de péndulo deslizante convencional, mientras se conservan a lo largo del tiempo las propiedades del material que forma la placa de material polimérico.

30 La presente invención se ha descrito en el presente documento por referencia a realizaciones preferentes de la misma. Se entiende que pueden existir otras realizaciones basadas en la misma idea inventiva, como se define mediante el alcance de protección de las reivindicaciones expuestas a continuación.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Cojinete deslizante (210; 310) para aplicaciones de ingeniería estructural, comprendiendo dicho cojinete deslizante (210; 310) al menos un primer componente y un segundo componente (211, 213; 311, 312, 313) hechos de acero que están conectados operativamente entre sí y configurados para soportar una carga vertical, así como al menos un par de superficies deslizantes curvadas de emparejamiento (223, 224; 321, 322, 323, 324) dispuestas entre dichos primer y segundo componentes con el fin de permitir desplazamientos relativos y/o rotaciones de los mismos,
- 10 en el que una de las superficies deslizantes curvadas (223; 321, 323) del par es una placa hecha de un material polimérico montada en uno entre el primer y el segundo componentes y la otra de las superficies deslizantes curvadas (224; 322, 324) es una superficie metálica, en el que dicha superficie metálica curvada es al menos una parte de la cara del otro componente hecho de acero que está de cara a dicha placa de material polimérico, caracterizado por que es sobre dicha superficie metálica curvada se forma un revestimiento superficial, revistiéndose dicha superficie mediante revestimiento metálico de aluminio, cinc o las respectivas aleaciones de los mismos.
- 15 2. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento superficial está hecho de aluminio puro al 99,5 % en peso.
- 20 3. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento superficial está hecho de cinc puro al 99,99 % en peso.
- 25 4. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento superficial está hecho de una aleación de aluminio o una aleación de cinc en la que la cantidad de aluminio o la cantidad de cinc es al menos un 80 % en peso.
- 30 5. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el revestimiento superficial tiene un espesor entre 100 y 300  $\mu\text{m}$ .
- 35 6. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho espesor es mayor de 150  $\mu\text{m}$  para revestimientos de aluminio y mayor de 200  $\mu\text{m}$  para revestimientos de cinc o para revestimientos hechos de aleaciones de aluminio o aleaciones de cinc.
- 40 7. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho espesor es menor de 150  $\mu\text{m}$  para revestimientos de aluminio y menor de 200  $\mu\text{m}$  para revestimientos de cinc o hechos de aleaciones de aluminio o cinc y en el que el revestimiento se trata con un material sellador que tiene baja viscosidad.
- 45 8. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el material sellador de baja viscosidad con el que se trata el revestimiento superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones comprende lubricantes de silicona.
- 50 9. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el revestimiento superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones está formado sobre la superficie completa del componente que está de cara a la placa hecha de material polimérico.
- 55 10. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el revestimiento superficial de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones está formado sobre el componente completo sobre el que se forma la superficie metálica deslizante.
- 60 11. Un cojinete deslizante (210; 310) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además un tercer componente (213; 313) dispuesto entre dichos primer componente (211; 311) y segundo componente (212; 312) y conectado operativamente a ellos, disponiéndose un primer par de superficies deslizantes (221, 222; 321, 322) entre dichos primer y tercer componentes y disponiéndose un segundo par de superficies deslizantes entre dichos segundo y tercer componentes, y en el que para cada par de superficies deslizantes curvadas de emparejamiento, una de las superficies deslizantes es una placa hecha de un material polimérico montada en uno de los componentes y la otra superficie deslizante es una superficie metálica que consiste en al menos una parte de la superficie del otro componente que está de cara a la placa de material polimérico, formándose sobre dicha parte un revestimiento superficial hecho de un revestimiento metálico de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones.
- 65 12. Uso de un revestimiento superficial hecho de un revestimiento metálico de aluminio, cinc o sus respectivas aleaciones para revestir al menos una parte de una superficie curvada mecanizada de un componente de un cojinete deslizante (210; 310) para aplicaciones de ingeniería estructural, destinándose la parte de superficie revestida obtenida de ese modo a formar una superficie metálica deslizante curvada que se acopla a una superficie deslizante curvada de emparejamiento hecha de un material polimérico.

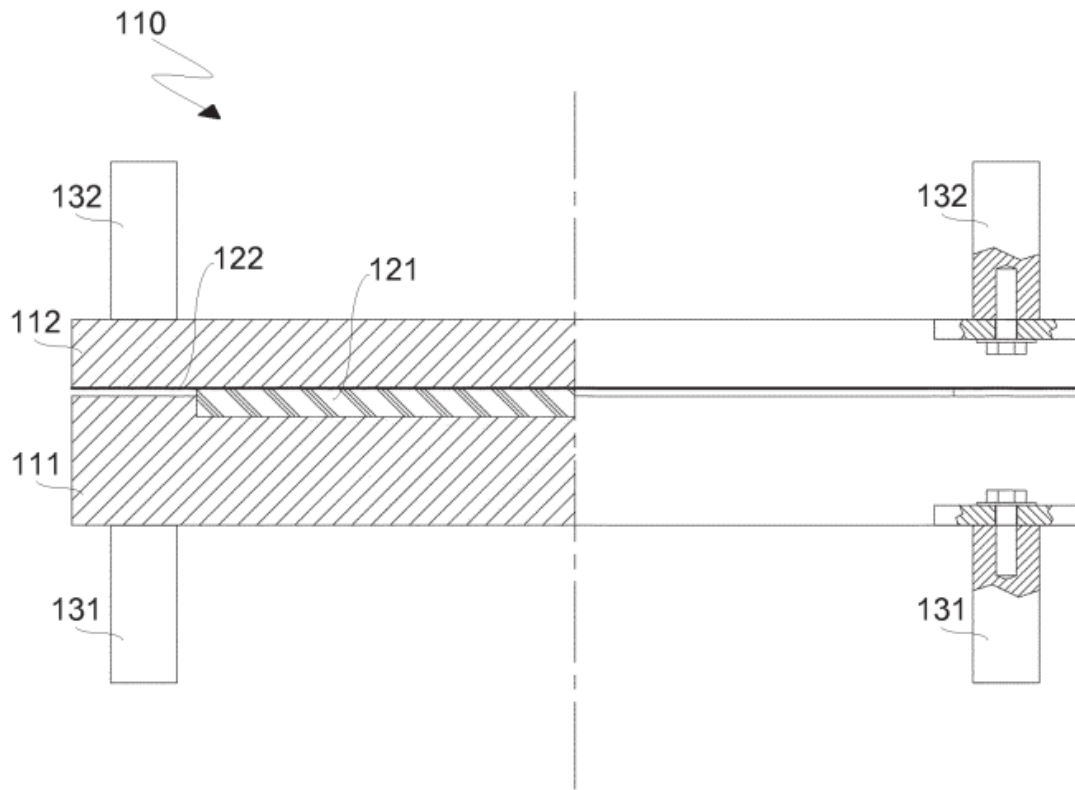


Fig.1

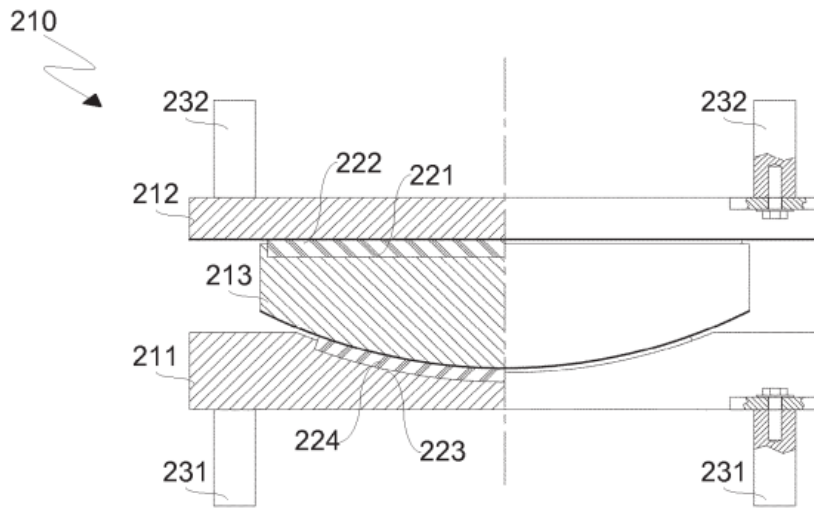


Fig.2

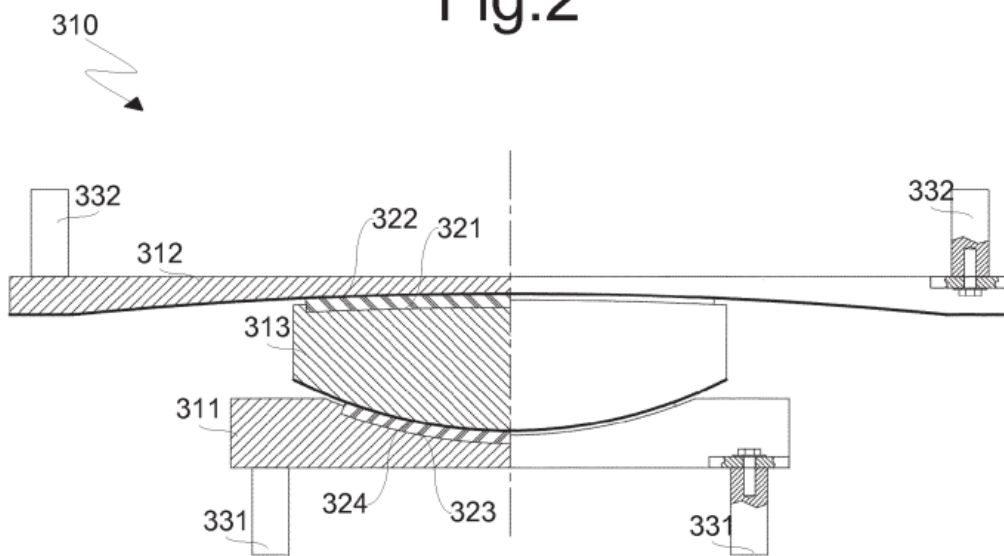


Fig.3