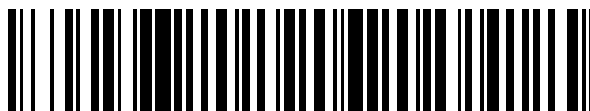


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 182**

51 Int. Cl.:

**F16C 19/52** (2006.01)

**F16C 27/04** (2006.01)

**G01L 5/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2010** **E 10722637 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015** **EP 2438318**

54 Título: **Unidad de rodamiento de medición de carga**

30 Prioridad:

**05.06.2009 WO PCT/EP2009/004057**

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

**05.11.2015**

73 Titular/es:

**SKF BV (100.0%)**  
**P.O. Box 2350**  
**3430 DT Nieuwegein, NL**

72 Inventor/es:

**ZAAIJER, ERIK y**  
**VISSERS, CORNELIUS PETRUS ANTONIUS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 550 182 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

Unidad de rodamiento de medición de carga

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una unidad de rodamiento capaz de medir las cargas que actúan sobre la misma, que en una realización es una unidad de rodamiento para cubos de rueda adecuada para medir fuerzas de ruedas de vehículo transferidas a un componente de suspensión de, por ejemplo, una motocicleta. La invención se refiere además a un dispositivo para medir cargas, pudiendo estar dicho dispositivo integrado en la unidad de rodamiento.

Antecedentes de la técnica

- 10 Un cubo forma parte de la interfaz mecánica entre una rueda y el chasis de un vehículo. El cubo puede estar montado en la llanta de una rueda, ya sea directamente en la llanta o conectado a la llanta mediante radios o equivalentes. En algunos ejemplos, el cubo está provisto además de uno o más rodamientos que están montados en el cubo de manera que el aro exterior del rodamiento está fijado al cubo. El aro interior del rodamiento está montado en un eje de un tipo determinado. El eje se utiliza para montar la rueda en un vehículo. De esta manera, la rueda podrá girar en relación al vehículo.

- 15 Un cubo puede comprender una unidad de rodamiento, en el que la unidad de rodamiento comprende rodamientos de elementos rodantes y un manguito exterior e interior de un tipo determinado. Una unidad de cubo puede comprender una unidad de rodamiento y un árbol. Tal unidad de rodamiento o unidad de cubo es más fácil de montar en una maquinaria o en un vehículo y es también más rentable de usar, ya que viene premontada y preengrasada. También se ahorrarán costes de mantenimiento al permitir que la unidad de rodamiento o unidad de cubo completa sea reemplazada como una pieza en caso de fallo.

- 20 Cuando una unidad de rodamiento se utiliza en un vehículo, la unidad de rodamiento está expuesta a diferentes cargas. Resulta ventajoso poder medir las cargas impuestas sobre una unidad de rodamiento, ya que estas cargas se medirán en la masa no suspendida del vehículo. El conocimiento de las fuerzas impuestas sobre el cubo se puede utilizar para varias funciones diferentes de vehículo, tanto para mejorar la comodidad como la seguridad para el usuario. La supervisión de la carga también es útil para la predicción de los intervalos de mantenimiento.

- 25 Es posible medir las cargas impuestas sobre un cubo de diferentes maneras. Una forma es utilizar acelerómetros que miden en una o más direcciones. Otra forma es utilizar sensores de tensión colocados en el cubo, ya sea en los aros de rodadura interiores o exteriores de los rodamientos o sobre una parte no giratoria del conjunto de cubo. Los documentos US 4168160, JP2007171102, WO 06122269 y US6490935 describen diferentes conjuntos de rodamientos con capacidades de medición de fuerza integradas.

- 30 El documento WO 07043885 describe un conjunto de rodamientos y árbol, en el que se proporcionan sensores de tensión en un elemento tubular interior, que está montado entre el árbol y los rodamientos. Este conjunto de rodamientos y árbol está especialmente adaptado para su uso en una motocicleta.

- 35 Además, en el documento US7240570, se sugiere un rodamiento de detección de carga, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 de la presente invención, en el que el aro exterior de rodamiento es soportado dentro de un conjunto de brida, con lo cual el conjunto de brida se utiliza para montar el rodamiento en una estructura de aplicación. El conjunto de brida comprende regiones de resorte anisotrópicas y está equipado con celdas de carga para medir fuerzas y momentos que actúan sobre el rodamiento.

- 40 Sin embargo, esto todavía se podría mejorar en lo que se refiere a la realización de una unidad de rodamiento compacta y ligera que sea capaz de medir con precisión fuerzas axiales, fuerzas radiales y momentos que actúan sobre el rodamiento. También existe una necesidad de un dispositivo de medición de carga mejorado que permita la realización de tal unidad de rodamiento.

Descripción de la invención

La presente invención está definida por las características de la reivindicación 1.

- 45 Es decir, el rodamiento de elementos rodantes está montado en un lado del dispositivo de medición de carga. Esto permite que una unidad de rodamiento más compacta en relación a unidades de rodamientos de medición de carga anteriormente conocidas por lo que, por ejemplo, el aro exterior de rodamiento es soportado en o está integrado dentro de un conjunto de brida creado (dispositivo de medición de carga). En una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención, sólo se requiere un espacio relativamente pequeño entre un diámetro exterior del elemento interior y el diámetro interior del elemento exterior. Otra ventaja de un desplazamiento axial entre el rodamiento de elementos rodantes y el dispositivo de medición de carga es que las mediciones no se ven influidas por las perturbaciones cíclicas asociadas al paso de elementos rodantes.

- En algunas realizaciones de la invención, el rodamiento de elementos rodantes es un rodamiento bridado, en el que uno de los aros de rodamiento interior o exterior comprende una brida que se extiende radialmente. Esta brida se une después de manera fija a una cara lateral del dispositivo de medición de carga mediante, por ejemplo, pernos o un proceso de unión térmico adecuado. En otras realizaciones, la unidad de rodamiento comprende un soporte independiente para el rodamiento de elementos rodantes. De ese modo, el soporte de rodamiento comprende una brida que se extiende radialmente unida de manera fija al dispositivo de medición de carga. El rodamiento de elementos rodantes puede ser un rodamiento de una sola hilera, o puede comprender más de una hilera de elementos rodantes dependiendo de las cargas aplicadas. Del mismo modo, cuando se utiliza un rodamiento bridado, el rodamiento puede comprender una o más hileras de elementos rodantes.
- La unidad de rodamiento puede estar adaptada para la rotación del elemento interior o del elemento exterior. Por tanto, en algunas realizaciones, el elemento interior es un árbol fijo y el elemento exterior es un cubo de un componente giratorio tal como una rueda de vehículo o una pala de aerogenerador. En otras realizaciones, el elemento interior es un árbol giratorio y el elemento exterior es una estructura de montaje fija de una máquina o de un sistema de suspensión de vehículo.
- En otro desarrollo ventajoso de la invención, los elementos interior y exterior están formados por elementos tubulares que se pueden montar en los componentes como se ha descrito anteriormente. La ventaja de este desarrollo es que la unidad de rodamiento se convierte en una unidad independiente que se puede desmontar y reemplazar fácilmente, y que se puede adaptar a máquinas o vehículos existentes.
- De manera preferible, el dispositivo de medición de carga en una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención está conectado a cualquiera del elemento interior o exterior que no sea giratorio en uso. El dispositivo de medición de carga comprende uno o más sensores y, al tener los sensores montados en una parte no giratoria de la unidad de rodamiento se simplifica el cableado a los sensores. En el ejemplo en el que el elemento interior no es giratorio en uso, el dispositivo de medición de carga tiene una sección interior rígida que comprende un orificio que tiene esencialmente el mismo diámetro que el diámetro exterior del elemento interior. En un estado montado, la sección interior del dispositivo de medición de carga está por tanto en contacto con el elemento interior. El dispositivo de medición de carga comprende además una sección exterior rígida, a la que está conectada la brida que se extiende radialmente del soporte de rodamiento o del aro de rodamiento bridado. En el ejemplo dado, la brida que se extiende radialmente forma parte de un aro interior de rodamiento o soporta un aro interior de rodamiento. El aro exterior de rodamiento se monta en el elemento exterior mediante, por ejemplo, ajuste a presión.
- Así, a medida que el elemento exterior gira, las fuerzas que actúan sobre el mismo son transferidas al elemento interior, primero a través del rodamiento y luego a través del dispositivo de medición de carga. Para permitir que estas fuerzas sean medidas, la sección exterior rígida y la sección interior rígida del dispositivo de medición de carga están unidas por al menos una parte deformable que está provista de uno o más sensores de tensión. La parte deformable es relativamente delgada (medida en la dirección axial) en comparación con las secciones interior y exterior del dispositivo de medición de carga, y el uno o más sensores de tensión están previstos en al menos una superficie de la parte deformable, estando dicha superficie prevista en un plano perpendicular al eje de rotación de la unidad de rodamiento. En una realización, el uno o más sensores de tensión son extensiómetros resistivos. En otras realizaciones, los sensores de tensión pueden emplear técnicas de medición magnetoelásticas, magnetostrictivas u ópticas, o cualquier otra técnica de medición de tensión adecuada conocida en la técnica.
- En una realización, la parte deformable del dispositivo de medición de carga es una membrana que está provista de al menos tres sensores de tensión, separados a intervalos angulares regulares en una cara lateral radial. Preferiblemente, ambos lados de la membrana están provistos de al menos tres sensores de tensión, ya que esto permite una determinación precisa de fuerza tanto radial como axial.
- En otro desarrollo de la invención, el dispositivo de medición de carga comprende tres partes deformables realizadas como radios relativamente delgados que conectan las secciones interior y exterior rígidas del dispositivo. La ventaja de un dispositivo de medición de carga con tres partes deformables es que el dispositivo es estáticamente preciso y por tanto responde de manera predecible cuando las fuerzas actúan sobre el mismo. Cuando una fuerza radial actúa sobre la unidad de rodamiento, unos esfuerzos de tensión son inducidos en los radios; una fuerza axial induce esfuerzos de flexión. Para medir estos esfuerzos, al menos uno de los radios está provisto de un sensor de tensión sobre una superficie situada en un plano perpendicular al eje de rotación. El sensor de tensión puede ser un medidor de esfuerzos resistivo o cualquier otro tipo adecuado de sensor de tensión conocido en la técnica. De manera ventajosa, cada sensor de tensión está montado con un desplazamiento relativo a una línea central lateral del radio. Como resultado de ello, el sensor de tensión es capaz de medir el esfuerzo de tensión, así como el esfuerzo de flexión. Además, cada uno de los radios puede así estar provisto de un sensor de tensión en uno o ambos lados del radio, para mejorar la precisión en la determinación de las fuerzas axiales y radiales. El dispositivo de medición de carga también puede comprender un sensor de temperatura. En algunas realizaciones, se proporciona un sensor de temperatura en uno o más de los radios. La provisión de uno o más sensores de temperatura resulta ventajosa cuando las mediciones del uno o más sensores de tensión necesitan ser compensadas en temperatura.

De acuerdo con una realización de la presente invención, un dispositivo de medición de carga comprende tres radios, como se ha descrito anteriormente.

En una aplicación ventajosa de una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención, la unidad de rodamiento es una unidad de rodamiento de cubo para una motocicleta y comprende un primer y un segundo rodamiento de elementos rodantes que están axialmente separados uno con respecto a otro. Al menos el primer rodamiento de elementos rodantes está soportado entre el elemento interior y el exterior por un primer dispositivo de medición de carga. Preferiblemente, el segundo rodamiento de elementos rodantes está soportado entre el elemento interior y exterior por un segundo dispositivo de medición de carga. La ventaja de un segundo dispositivo de medición de carga es que los momentos que actúan sobre la unidad de rodamiento se pueden medir. Además, las mediciones del segundo dispositivo de medición de carga se pueden utilizar para determinar de manera más exacta las fuerzas axiales y radiales que actúan sobre la unidad de rodamiento. En un ejemplo de esta realización, el primer y el segundo dispositivo de medición de carga están dispuestos lateralmente entre los rodamientos primero y segundo. En otro ejemplo, el primer dispositivo de medición de carga está dispuesto en un lado axialmente externo del primer rodamiento y el segundo dispositivo de medición de carga está dispuesto en un lado axialmente externo del segundo rodamiento.

Por tanto, la carga que actúa sobre una unidad de rodamiento se puede medir directamente y en tiempo real. Una ventaja de la medición de esta manera, cuando la unidad de rodamiento está montada en un vehículo, es que la unidad de rodamiento forma parte de la masa no suspendida del vehículo. Mediante la medición directamente en la unidad de rodamiento, se puede medir la carga real que actúa sobre la unidad de rodamiento. Cuando se mide la carga en el chasis del vehículo, es decir, en la masa suspendida, la interferencia de amortiguadores, suspensiones etc. influirá en las mediciones. Esto dará un resultado menos fiable y tal sistema de medición tendrá un tiempo de respuesta más lento.

Aunque es adecuada para aplicaciones de ruedas de vehículos, la presente invención se puede aplicar en muchos otros campos de la industria en los que existe la necesidad de determinar las cargas que actúan sobre un componente rotacionalmente soportado. Por ejemplo, en máquinas para la producción de textiles, papel y láminas de metal donde se puede usar una unidad de rodamiento de detección de carga para controlar la tensión de bandas o cintas y para medir la carga de, por ejemplo, una cinta transportadora.

Una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención es sólida, compacta, permite una determinación muy precisa de la carga y se puede utilizar en una amplia variedad de aplicaciones. Lo mismo ocurre con un dispositivo de medición de carga de acuerdo con la invención. Otras ventajas quedarán claras a partir de la siguiente descripción y de los dibujos que se acompañan.

#### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá con mayor detalle a continuación, con referencia a las realizaciones que se muestran en los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un ejemplo de una primera realización de una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención,

La figura 2 muestra una vista en sección transversal de un ejemplo de una primera realización de una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención,

La figura 3 muestra una vista axial de un dispositivo de medición de carga de acuerdo con la invención,

La figura 4 muestra una vista en perspectiva en corte de otro ejemplo de la primera realización de una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención.

#### Modos de llevar a cabo la invención

Las realizaciones de la invención con nuevos desarrollos que se describen a continuación deben considerarse sólo como ejemplos y no son en modo alguno para limitar el ámbito de la protección proporcionado por las reivindicaciones de patente.

La figura 1 muestra un ejemplo de una primera realización de una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención. La unidad de rodamiento 1 comprende un elemento exterior 2 concéntricamente dispuesto alrededor de un elemento interior 3, de tal manera que queda un espacio radial entre un diámetro interior del elemento exterior 2 y un diámetro exterior del elemento interior 3. Montada dentro de este espacio radial, la unidad 1 comprende además un primer rodamiento de elementos rodantes 4 y un segundo rodamiento de elementos rodantes 5 que están separados en una dirección axial Y. Cada rodamiento 4, 5 comprende un aro exterior 6 y un aro interior 7, con una pluralidad de elementos rodantes dispuestos entre medias. En el ejemplo de la figura 1, los elementos rodantes son bolas, aunque también se pueden utilizar otros tipos de elementos rodantes, tales como rodillos cilíndricos, rodillos de aguja, rodillos

cónicos o rodillos esféricos. Los aros de rodamiento 6, 7 de los rodamientos primero y segundo 4, 5 pueden ser relativamente giratorios alrededor de un eje de rotación 30.

Para medir las fuerzas y los momentos que actúan sobre la unidad de rodamiento, la unidad 1 está provista además de una primera celda de carga 8 y de una segunda celda de carga 9, cada una de las cuales tiene una abertura u orificio central con una línea central axial que coincide con el eje de rodamiento de rotación 30. Las celdas de carga primera y segunda 8, 9 están montadas también en el espacio radial entre los elementos interior y exterior 8, 9 y están dispuestas lateralmente con respecto a los rodamientos primero y segundo. En este ejemplo, la unidad de rodamiento está adaptada para la rotación de aro exterior y el aro exterior 6 de los rodamientos primero y segundo 4, 5 se monta de forma segura dentro del elemento exterior 2 mediante, por ejemplo, un ajuste con apriete. El elemento exterior 2 puede ser un elemento tubular, como se muestra, por lo que el elemento tubular se puede montar dentro de un cubo de rueda de vehículo o de algún otro componente giratorio de máquina. Alternativamente, el elemento exterior puede estar formado por el cubo de rueda de vehículo o por el componente giratorio de máquina. El aro interior 7 de los rodamientos primero y segundo 4, 5 está acoplado a una cara lateral radial de las celdas de carga primera y segunda 8, 9, respectivamente. Una sección interior de cada celda de carga está acoplada al elemento interior 3; es decir, el orificio de cada celda de carga 8, 9 está montado sobre el elemento interior 3, para así estar en conexión con el elemento interior. Por lo tanto, la primera celda de carga 8 soporta el primer rodamiento 4 y la segunda celda de carga 9 soporta el segundo rodamiento 5 con respecto al elemento interior 3, mientras que los rodamientos primero y segundo 4, 5 soportan el elemento exterior 2 con respecto a las celdas de carga primera y segunda 8, 9, lo que significa que las fuerzas ejercidas sobre el elemento exterior 2 se transmiten al elemento interior 3 a través de los rodamientos primero y segundo 4, 5 y luego a través de las celdas de carga primera y segunda 8, 9.

El elemento interior en este ejemplo no es giratorio en uso y resulta ventajoso montar las celdas de carga en este elemento 3, ya que esto simplifica el cableado eléctrico de las celdas de carga. Sin embargo, con la ayuda de aros colectores, por ejemplo, sería posible montar las celdas de carga en una parte giratoria de la unidad de rodamiento. El elemento interior puede ser un árbol o un eje, o el elemento interior también puede ser un elemento tubular que se puede montar sobre el árbol o eje. En una realización ventajosa de la invención, ambos elementos interior y exterior están formados por elementos tubulares. La unidad de soporte se convierte así en una unidad independiente que se puede adaptar a maquinaria existente. Además, tal unidad independiente se puede desmontar fácilmente para llevar a cabo reparaciones y mantenimiento y es fácil de volver a montar o reemplazar.

De acuerdo con la invención, las celdas de carga primera y segunda están dispuestas lateralmente con respecto a los rodamientos primero y segundo. En el ejemplo mostrado en la figura 1, esto se consigue porque la unidad de rodamiento 1 comprende además un primer soporte de rodamiento 10 sobre el que está montado el aro interior del primer rodamiento 4, y comprende un segundo soporte de rodamiento 11 sobre el que está montado el aro interior del segundo rodamiento 5. Cada soporte de rodamiento primero y segundo 10, 11 comprende una brida que se extiende radialmente 35. La brida que se extiende radialmente 35 de los soportes de rodamiento primero y segundo 10, 11 está unida de manera fija a la cara lateral radial de las celdas de carga primera y segunda 8, 9, respectivamente. En un ejemplo alternativo, los rodamientos comprenden un aro interior bridado, y la parte de brida de un aro de rodamiento está unida a la cara lateral radial de una celda de carga. Se pueden usar medios de fijación mecánicos tales como pernos para fijar la parte de brida de un aro de rodamiento o de un soporte de rodamiento a una celda de carga. Otras técnicas de fijación tales como soldadura por acumulación de energía o unión por adhesivo también son posibles.

La unidad de rodamiento representada en la figura 1 comprende dos rodamientos de una sola hilera. En otras realizaciones, la unidad de soporte comprende dos rodamientos de doble hilera. Aún en otras realizaciones, la unidad de rodamiento comprende solamente un primer rodamiento de elementos rodantes de una sola hilera o de doble hilera que está dispuesto lateralmente con respecto a una primera celda de carga y soportado por la misma. Es decir, el número y el tipo de rodamientos de elementos rodantes utilizados pueden ser seleccionados de acuerdo con los requisitos de aplicación que debe cumplir la unidad de rodamiento.

En una realización de una unidad de rodamiento que comprende rodamientos axialmente separados primero y segundo, las celdas de carga primera y segunda están dispuestas en un lado axialmente interno de los rodamientos primero y segundo, respectivamente; es decir, entre los rodamientos primero y segundo, como se muestra en la figura 1. Las celdas de carga primera y segunda 8, 9 están convenientemente dispuestas con una separación axial entre medias lo más grande posible, ya que esto mejora la rigidez de la unidad de rodamiento. En una realización alternativa, la primera celda de carga está dispuesta en un lado axialmente interno del primer rodamiento y la segunda celda de carga está dispuesta en un lado axialmente externo del segundo rodamiento. En otra realización alternativa, las celdas de carga primera y segunda están dispuestas en un lado axialmente externo de los rodamientos primero y segundo, respectivamente. Esto permite una separación axial más grande entre las celdas de carga primera y segunda, lo cual resulta ventajoso en aplicaciones en las que se requiere un grado particularmente alto de rigidez rotacional.

La disposición lateral de la primera celda de carga 8 con respecto al primer rodamiento 4 y de la segunda celda de carga 9 con respecto al segundo rodamiento 5, cuando está presente, facilita una unidad de rodamiento compacta,

ya que un espacio radial entre los elementos interno y externo 2, 3 sólo necesita ser ligeramente más grande que cualquiera de los rodamientos, y la celda de carga tiene un grosor radial más grande. En las unidades de rodamiento de medición de carga convencionales que comprenden una celda de carga, el rodamiento está montado generalmente dentro del orificio de la celda de carga, lo que significa que el espacio radial debe ser suficientemente grande como para recibir el espesor radial combinado de la celda de carga y el rodamiento, es decir, el espacio radial debe abarcar desde el diámetro interior del rodamiento hasta el diámetro exterior de la celda de carga. Una unidad de rodamiento convencional de este tipo puede hacerse más compacta reduciendo el espesor radial de la celda de carga y/o del rodamiento, aunque esto va a afectar a la capacidad de carga de la unidad.

Por el contrario, en una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención, las dimensiones radiales del uno o más rodamientos y de la una o más celdas de carga se pueden seleccionar para dar la solidez necesaria a la unidad como un todo, sin tener que afectar a la compacidad. Es particularmente importante que las dimensiones radiales de la una o más celdas de carga permitan una capacidad de carga suficiente, ya que los rodamientos, el elemento exterior 2 y el peso de cualquier componente portado por el elemento externo están soportados por las celdas de carga.

Otra ventaja de la disposición lateral de las celdas de carga con respecto a los rodamientos es que las mediciones de las celdas de carga no se ven afectadas por el paso cíclico de los elementos rodantes. Este paso cíclico se conoce como la señal de carrera externa del paso de bola, y en muchas aplicaciones es un artefacto de señal no deseada que se filtra. Por lo tanto, se simplifica el procesamiento de señal en una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención.

Para medir las fuerzas que actúan sobre la unidad de rodamiento, cada celda de carga 8, 9 está provista de uno o más sensores de tensión que están dispuestos para medir fuerzas radiales y/o axiales. Las mediciones combinadas de las celdas de carga primera y segunda permiten la determinación de los momentos. Como se ha mencionado, la celda de carga tiene que ser sólida, y por tanto comprende una sección interior rígida y una sección exterior rígida que están unidas por al menos una parte deformable 15 que es relativamente más delgada que las secciones interior y exterior. Las secciones interior y exterior rígidas proporcionan a cada celda de carga la resistencia necesaria, mientras que la al menos una parte deformable 15 se deforma como resultado de una fuerza que actúa sobre la unidad de rodamiento, lo que permite medir esta fuerza. Por consiguiente, el uno o más sensores de tensión se proporcionan en la parte deformable y se proporcionan preferiblemente en una superficie de la parte deformable que se encuentra situada en un plano perpendicular al eje de rotación 30.

Con referencia a la figura 1, la brida que se extiende radialmente 35 del primer soporte de rodamiento 10 está conectada a la sección exterior rígida de la primera celda de carga 8. Así, cuando se ejerce una fuerza radial sobre el elemento exterior 2, esta fuerza se transmite desde el aro exterior de rodamiento 6 al aro interior de rodamiento 7 a través de los elementos rodantes, y después se transmite desde el aro interior 7 a la primera celda de carga 8 a través del primer soporte de rodamiento 10. La fuerza radial se transmite a la segunda celda de carga 9 a través del segundo rodamiento 5 y el segundo rodamiento de soporte 11 en un modo similar. Una fuerza radial pone las celdas de carga bajo tensión. Los esfuerzos de tensión resultantes se pueden medir en la parte deformable 15. Cuando la unidad de rodamiento se somete a una fuerza axial que provoca un desplazamiento relativo entre el aro interior 7 y el aro exterior 6 de los rodamientos primero y segundo 4, 5, un desplazamiento relativo similar es experimentado por las secciones interior y exterior rígidas de las celdas de carga primera y segunda, respectivamente. El desplazamiento relativo hace que la parte deformable 15 se curve, lo que significa que los esfuerzos de flexión medidos son proporcionales a las fuerzas axiales en la unidad de rodamiento.

La al menos una parte deformable de cada celda de carga puede ser una membrana. En una realización de la invención, que representa un segundo aspecto de la presente invención, las secciones rígidas de una celda de carga están conectadas por tres radios. Un ejemplo de tal celda de carga de acuerdo con el segundo aspecto de la invención se ilustra en la figura 3, que muestra una vista axial de la celda de carga.

La celda de carga 300 comprende una primera sección rígida 305 (sección interior) que tiene una abertura pasante (orificio) 307, permitiendo que la celda de carga sea montada sobre un componente cilíndrico tal como un árbol. En uso, una línea central axial de la celda de carga coincidirá con un eje de rotación de un rodamiento soportado por la celda de carga. La celda de carga 300 comprende además una segunda sección rígida 310 (sección exterior), que se encuentra situada en su mayor parte radialmente hacia fuera de la primera sección rígida 305. La segunda sección 310 puede comprender una pluralidad de agujeros de montaje 312, para permitir que un componente tal como un rodamiento bridado o un soporte de rodamiento sea montado en la celda de carga. Las secciones primera y segunda de la celda de carga están unidas por tres radios 315 que tienen un espesor medido en dirección axial, es decir menor que un espesor correspondiente de la primera sección 305 y de la segunda sección 310. Además, cada radio 315 tiene una longitud que es mayor que su anchura, donde la longitud y la anchura se miden en un plano perpendicular a la línea central axial, y cada radio tiene una línea central longitudinal 325 (en la dirección de su longitud) y una línea central lateral 320 (en la dirección de su anchura).

Una celda de carga de acuerdo con la invención tiene tres radios (partes deformables), adecuadamente dispuestos entre las secciones primera y segunda 305, 310 a intervalos angulares regulares. Como resultado de este número de

radios 315 y de la disposición triangular, la celda de carga es determinada estáticamente, y por tanto va a responder de una manera predecible cuando actúen fuerzas sobre la misma.

Para medir estas fuerzas, una primera superficie de al menos uno de los radios está provista de un sensor de tensión 318, donde la primera superficie está situada en un plano perpendicular a la línea central axial de la celda de carga 300. Preferiblemente, como se muestra, cada uno de los radios está provisto de un sensor de tensión. Los sensores de tensión 318 se proporcionan sólo en superficies que son perpendiculares a la línea central axial. En celdas de carga convencionales, los sensores de tensión generalmente también están previstos sobre una superficie que se encuentra situada en un plano paralelo a la línea central axial, de manera que los sensores de tensión miden en una dirección axial. Por tanto, la superficie debe tener un espesor axial determinado, de modo que se puede obtener una lectura de tensión medible. Una celda de carga de acuerdo con la invención no está limitada por este requisito, por lo que puede ser aplicada en un diseño más compacto y ligero.

Cuando las fuerzas axiales son de interés, éstas se pueden medir con una celda de carga de acuerdo con la invención sin que sea necesario un sensor de tensión orientado axialmente.

Como se ha descrito anteriormente, un desplazamiento relativo entre la primera sección 305 y la segunda sección 310 de la celda de carga, debido a una fuerza axial, hace que los radios 315 se flexionen. Las tensiones inducidas por flexión se pueden medir ya que el sensor de tensión 318 en un radio particular 315 está dispuesto con un desplazamiento con respecto a la línea central lateral 320 a través del radio. Esto es debido a que el esfuerzo de flexión es cero en la línea central lateral 320 de cada radio 315. Además, como se ha descrito anteriormente, las fuerzas radiales que actúan sobre la celda de carga inducen esfuerzos de tensión en los radios 315. Éstas también se pueden medir con los sensores de tensión 318.

En otro desarrollo ventajoso, la primera superficie y una segunda superficie de uno o más radios están provistas de un sensor de tensión, en el que la segunda superficie se encuentra situada en un plano paralelo a la primera superficie. Esto mejora la precisión de la determinación de las fuerzas. Cuando se mide la fuerza radial, se añaden las señales de los dos sensores en superficies opuestas de cada radio. Cuando se mide la fuerza axial, la señal de sensor en la primera superficie de un radio se resta de la señal de sensor en la segunda superficie. De ese modo, una celda de carga de acuerdo con la invención es un dispositivo axialmente compacto que se puede utilizar para medir fuerzas radiales y axiales con un alto grado de precisión.

Una celda de carga de acuerdo con la invención también es radialmente compacta en lo que se refiere a la distancia radial entre el diámetro interior de la primera sección 305 y el diámetro exterior de la segunda sección 310. Esto se consigue ya que los tres radios 318 están dispuestos de manera triangular entre las secciones primera y segunda 305, 310 de la celda de carga. Es decir, la línea central longitudinal 325 de cada radio 315 intersecta la línea central longitudinal de los dos radios adyacentes. El área delimitada por las líneas centrales longitudinales de intersección 325 tiene, por tanto, forma triangular. En el ejemplo mostrado en la figura 3, los radios están dispuestos con una separación uniforme, lo que significa que un triángulo sustancialmente equilátero está formado por las líneas centrales longitudinales de intersección 325. Una separación desigual también es posible.

Debido a la disposición triangular de los radios 315, la distancia radial entre el diámetro interior de la primera sección y el diámetro exterior de la segunda sección puede ser menor que la longitud de un radio 315, permitiendo de este modo un dispositivo radialmente compacto. Una celda de carga de acuerdo con la invención es, por tanto, radial y axialmente compacta, y está diseñada de manera adecuada con la capacidad de carga necesaria para una aplicación específica. Sin embargo, si la celda de carga llegara a experimentar un pico de carga excesivo, esto podría dañar los radios 315 y, por ello, el dispositivo está provisto ventajosamente de protección contra sobrecargas. Esta protección contra sobrecargas se ejecuta como tres ranuras 330, que son cortes pasantes delgados que tienen una anchura uniforme predeterminada. Cada ranura 300 comienza en la primera sección 305 de la celda de carga, al lado de donde un radio se une a la primera sección 305, y termina en la segunda sección 310 de la celda de carga, al lado de donde un siguiente radio se une a la segunda sección 310. Por tanto, cada ranura 300 forma un espacio entre la primera sección 305 y un borde longitudinal radialmente interno de un radio, y forma un espacio entre la segunda sección 310 y un borde longitudinal radialmente externo del siguiente radio. Además, en una región entre dos radios consecutivos, cada ranura forma un espacio que separa las secciones primera y segunda 305, 310 de la celda de carga. La anchura de las ranuras 330 se selecciona de manera que el espacio se cierra cuando la celda de carga 300 experimenta una carga máxima predeterminada. La carga se transfiere por tanto entre las secciones primera y segunda directamente, evitando así que los radios se dañen. En un ejemplo, las ranuras 330 tienen una anchura de aproximadamente 0,5 mm.

La celda de carga según se ha descrito anteriormente es adecuada para su integración en una unidad de rodamiento, de acuerdo con la invención, del tipo mostrado en la figura 1. Es decir, el diámetro interior de la primera sección 305 es sustancialmente el mismo que el diámetro exterior del elemento interior, de modo que la celda de carga se puede montar sobre el elemento interior en un modo de contacto y soporta el elemento exterior.

En una segunda realización de una celda de carga de acuerdo con la invención, la celda de carga está adaptada para soportar un elemento interior. Con referencia de nuevo a la figura 3, la primera sección 305 de la celda de carga

300 tiene entonces un diámetro interior que es mayor que el diámetro exterior del elemento interior, por ejemplo, un árbol. Es decir, el árbol puede pasar a través del orificio cilíndrico 307 de la celda de carga con holgura. Además, en la segunda realización, la primera sección 305 de la celda de carga puede comprender agujeros de montaje 312, para permitir que un componente tal como un rodamiento bridado o un soporte de rodamiento bridado sea montado en la primera sección 305. En consecuencia, la segunda sección 310 de la celda de carga 300 está adaptada para su montaje en, por ejemplo, un alojamiento, en cuyo caso la segunda sección 310 puede tener un diámetro exterior que es sustancialmente el mismo que un diámetro del alojamiento.

Una celda de carga de acuerdo con esta segunda realización es adecuada para su integración en una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención, que está adaptada para la rotación de aro interior o la rotación de aro exterior, aunque en una realización preferida está integrada en una unidad de rodamiento adaptada para la rotación de aro interior. Como se ha descrito previamente, el cableado a los sensores de tensión 318 es más sencillo cuando la celda de carga se monta en una parte no giratoria de la unidad de rodamiento. Un ejemplo de tal unidad de rodamiento, que tiene un elemento interior giratorio, se muestra en sección transversal en la figura 2.

De manera similar a la realización de la figura 1, la unidad de rodamiento 1', en este ejemplo, comprende un elemento exterior 2 dispuesto concéntricamente alrededor de un elemento interior 3, por lo que los rodamientos de elementos rodantes primero y segundo 4', 5', axialmente separados uno de otro, están dispuestos entre los elementos 2, 3. La unidad comprende, además, las celdas de carga primera y segunda 8', 9', montadas en el elemento exterior 2, las cuales soportan respectivamente los rodamientos primero y segundo con respecto al elemento exterior 2. De nuevo, el primer rodamiento 4' está montado sobre un primer soporte de rodamiento 10 y el segundo rodamiento 5' está montado sobre un segundo soporte de rodamiento 11. En este ejemplo, el aro exterior 6 de los rodamientos primero y segundo está montado en el soporte de rodamiento correspondiente 10, 11 y el aro interior 7 de los rodamientos primero y segundo está montado en el elemento interior. Por tanto, el elemento interior 3 está soportado, con respecto a las celdas de carga primera y segunda 8', 9', por los rodamientos primero y segundo 4', 5', respectivamente.

En este ejemplo, el elemento interior 3 es un árbol giratorio, o un elemento tubular que puede montarse en un árbol giratorio. El elemento exterior 3 es un elemento tubular que se puede montar dentro de un alojamiento de máquina. El diámetro exterior de la sección exterior (segunda sección) de las celdas de carga 8', 9' se monta en el elemento exterior 2 mediante ajuste. La brida que se extiende radialmente 35 del primer soporte de rodamiento 10 está montada en la sección interior (primera sección) de la primera celda de carga 8', en una cara lateral axialmente externa, y la brida 35 del segundo soporte de rodamiento 11 está montada de la misma manera en la segunda celda de carga 9'. Por tanto, las fuerzas radiales y axiales que actúan sobre el elemento interior 3 se transfieren al elemento exterior 2, a través de las celdas de carga primera y segunda. Como se ha descrito anteriormente, las secciones interior y exterior de cada celda de carga están unidas por tres radios 15, que están provistos en uno o ambos lados de un sensor de tensión para medir las fuerzas radiales y axiales en la unidad de rodamiento. Cuando se miden los momentos en la unidad de rodamiento, las fuerzas radiales determinadas a partir de la primera celda de carga 8' se restan de las fuerzas radiales determinadas a partir de la segunda celda de carga 9'.

Para todas las realizaciones, es importante que la unidad de rodamiento sea rígida tanto en la dirección radial como en la dirección axial. Mediante el montaje de los rodamientos y las celdas de carga, con o sin los soportes de rodamiento, como se describe anteriormente, se obtiene una unidad de rodamiento que es rígida en la dirección radial. La rigidez en la dirección axial se consigue de una manera conocida mediante el uso de un soporte axial entre las celdas de carga y, por ejemplo, de tuercas de sujeción que sujetan el conjunto en la dirección axial.

Un ejemplo de un conjunto que incorpora una unidad de rodamiento del tipo representado en la figura 1 se muestra en la figura 4, en la que la unidad de rodamiento se utiliza en una unidad de cubo para, por ejemplo, una rueda delantera de un ciclomotor. La unidad de cubo 20 comprende un elemento exterior 2 en forma de un cubo que está montado en una rueda y un elemento interior 3 en forma de un elemento tubular. El elemento interior 3 está montado sobre un árbol 12 que será montado en una horquilla del ciclomotor. La unidad de cubo comprende dos rodamientos de elementos rodantes separados axialmente 4, 5; en este ejemplo, rodamientos de bolas. Cada rodamiento de elementos rodantes comprende un aro exterior 6 y un aro interior 7. En este ejemplo, los aros exteriores de los rodamientos se montan en el cubo de manera rígida, por ejemplo, mediante ajuste a presión. Además, el cubo 2 comprende unos topes traseros 22, que colocan los aros exteriores de rodamiento 6 en una dirección axial hacia el interior. De este modo, los aros exteriores de rodamiento quedan fijados y colocados dentro del cubo.

Las celdas de carga primera y segunda 8, 9, axialmente separadas, se unen al elemento tubular interior 3 de manera que no queda holgura en la dirección radial. Con el fin de colocar las celdas de carga en la dirección axial, y para aumentar además la estabilidad de la unidad de cubo, se proporciona un tubo de separación 14 entre las celdas de carga. El tubo de separación ayudará a estabilizar las celdas de carga en la dirección axial. Las celdas de carga están preferiblemente fijadas al tubo de separación, por ejemplo mediante tornillos. Dependiendo del material del tubo de separación, también es posible soldar por calor, estañar o soldar de manera eléctrica las celdas de carga al tubo de separación.



La unidad de rodamiento comprende los soportes de rodamiento bridado primero y segundo 10, 11, y las celdas de carga primera y segunda 8, 9 también están unidas a los soportes de rodamiento primero y segundo 10, 11, respectivamente, de manera fija. Dependiendo de los materiales de las celdas de carga y de los soportes de rodamiento, el montaje puede realizarse mediante estañado, soldadura por calor o soldadura eléctrica. También es posible unir las celdas de carga a los soportes de rodamiento mediante tornillos o pernos. De este modo, será posible desmontar la unidad de cubo. Los soportes de rodamiento 10, 11 están provistos de una brida 35 que tiene sustancialmente el mismo diámetro que las celdas de carga, estando dicha brida montada en una cara lateral radial de las celdas de carga 8, 9. El aro interior 7 de cada rodamiento 4, 5 está montado sobre el soporte de rodamiento correspondiente 10, 11. Los aros interiores 7 se colocan en una dirección axial hacia el dentro mediante un tope trasero 23 en los soportes de rodamiento, y se colocan en una dirección axial hacia fuera mediante una contratuerca 13.

En este ejemplo, el diámetro interior de los soportes de rodamiento es sólo ligeramente mayor que el diámetro exterior del elemento tubular interior 3. Esto maximiza la compacidad radial de la unidad de rodamiento y también puede actuar como una protección adicional contra sobrecargas (adicional con respecto a la protección contra sobrecargas incorporada dentro de las celdas de carga, como se describe con respecto a la figura 3). Si la unidad de cubo 20 está expuesta a una carga excesiva inesperada, los soportes de rodamiento 10, 11 tocarán temporalmente el elemento tubular interior 3, mejorando así la seguridad de la unidad de rodamiento en su conjunto.

Las celdas de carga 8, 9 están montadas de tal manera que se extienden en la dirección radial, en un plano perpendicular al eje de rotación 30. Cada celda de carga está provista de sensores de tensión 18 que miden en este plano, estando los sensores 18 montados sobre los radios como se ha descrito previamente. Como se muestra en la figura 4, las dos celdas de carga pueden montarse con la misma orientación angular, es decir, con los radios sobre una celda de carga directamente opuestos a los radios de la otra celda de carga. Una orientación angular relativa diferente también es posible. Dependiendo del número de sensores de desplazamiento utilizados, se obtiene un número correspondiente de señales. En el ejemplo descrito anteriormente, doce sensores de tensión están montados en las dos celdas de carga; seis en cada celda de carga con un sensor a cada lado de un radio. Esto proporciona un total de doce señales medidas procedentes de una unidad de rodamiento, y permite determinar las cargas en cinco o incluso seis grados de libertad. Se pueden utilizar menos sensores de tensión, dependiendo de las cargas de interés. Las señales medidas se combinan de tal manera que se calculan las cargas deseadas.

Con el fin de poder calcular las fuerzas impuestas sobre la unidad de rodamiento, los sensores de la unidad de rodamiento deben ser calibrados. Esto se hace mediante la aplicación de una carga externa conocida en la unidad de rodamiento. Esta carga conocida comprenderá fuerzas en tres direcciones, es decir una fuerza  $F_x$  que actúa en la dirección x, una fuerza  $F_y$  que actúa en la dirección y, y una fuerza  $F_z$  que actúa en la dirección z. La carga conocida también comprenderá un par de torsión  $M_x$  que actúa alrededor del eje x, un par de torsión  $M_y$  que actúa alrededor del eje y, y un par de torsión  $M_z$  que actúa alrededor del eje z. Las señales procedentes de los sensores se miden y se utilizan para derivar una matriz de calibración. La matriz de calibración se almacena en una memoria y se utiliza para calcular las fuerzas impuestas sobre la unidad de rodamiento durante el uso, por ejemplo, en un vehículo o una maquinaria.

Dependiendo del uso de la máquina en la que se monta la unidad de rodamiento, las fuerzas y los pares de torsión en una o más direcciones pueden no ser de interés. Estas fuerzas y pares de torsión pueden así quedar fuera del proceso de calibración y por tanto también de la matriz de calibración. Esto reducirá la capacidad de memoria y de cálculo requerida del sistema de control. El número de sensores de tensión también se puede reducir cuando las fuerzas y pares de torsión en todas las direcciones no se van a medir. Si sólo las fuerzas son de interés, es suficiente con utilizar un sensor de tensión en cada radio de las celdas de carga.

Las fuerzas más interesantes que actúan sobre la unidad de rodamiento cuando está montada en un vehículo son las fuerzas en los ejes X, Y y Z de la unidad de rodamiento, es decir  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ . El valor de par de torsión más interesante es el par de torsión que actúa alrededor del eje X, es decir, el par de torsión  $M_x$ .

También es posible integrar una compensación de temperatura para las mediciones. Esto se puede hacer de diferentes maneras. Una posibilidad es aplicar un sensor de temperatura en cada celda de carga o en cada radio en una celda de carga. El valor de temperatura medido se utiliza para compensar la señal medida procedente de un sensor de tensión con un factor de compensación de temperatura o una tabla. En la mayoría de los casos, será suficiente medir la temperatura de cada celda de carga o incluso de una sola celda de carga. En este caso, no hay necesidad de compensar la temperatura de cada sensor de tensión de forma individual.

Otra posibilidad, cuando los sensores de tensión utilizados son extensiómetros resistivos, es el uso de los extensiómetros como sensores de temperatura. Dado que los extensiómetros son resistivos, el valor de resistencia dependerá de la temperatura. Mediante la medición de la resistencia de un extensiómetro, la temperatura real se puede obtener a través de un factor de compensación o una tabla. Dependiendo de la resistencia del extensiómetro, esta posibilidad proporcionará una resolución suficientemente alta para la compensación de temperatura.

Si sólo se utiliza un sensor de temperatura para medir la temperatura de la unidad de rodamiento, es posible que la temperatura de las dos celdas de carga sea diferente. Esto a su vez da lugar a una fuerza axial interna entre las celdas de carga. Mediante la medición de la fuerza axial en todos los radios y después añadiéndolas juntas, la influencia de la fuerza interna puede ser eliminada.

- 5 Los sensores de tensión van a ser conectados a una unidad de control electrónico que calculará los valores de fuerza. Cuando se utilizan extensiómetros, las señales se conectan preferiblemente primero a un convertidor de señal que va a transformar las señales de bajo nivel en una señal menos sensible a perturbaciones procedentes de fuentes externas. El convertidor de señal puede comprender un circuito puente para cada extensiómetro, aunque también puede comprender otras funciones de convertidor de señal. Al menos el convertidor de señal está contenido
- 10 preferiblemente en o cerca de la unidad de rodamiento. También es posible integrar la unidad de control completa en o cerca de la unidad de rodamiento. La unidad de control calculará en este ejemplo las fuerzas ejercidas sobre la unidad de rodamiento y transferirá estos valores a una unidad de control comprendida, por ejemplo, en el vehículo. La unidad de control del vehículo puede utilizar esta información, por ejemplo, para adaptar la suspensión del vehículo o para adaptar la fuerza de frenado cuando el vehículo está frenando.
- 15 La unidad de rodamiento de la invención puede, por ejemplo, ser montada en un vehículo de dos o tres ruedas, tal como un ciclomotor. El diseño de la unidad de rodamiento en un ejemplo, como se muestra en la figura 4, está destinado principalmente para ser montado en una horquilla que tiene dos patas, aunque también es posible montar una unidad de rodamiento en una horquilla o en una horquilla oscilante que tenga una pata. Dependiendo del diseño de este tipo de horquilla u horquilla oscilante, pueden ser necesarias algunas modificaciones de la unidad de
- 20 rodamiento. Una unidad de rodamiento de acuerdo con la invención también puede ser utilizada en vehículos con cuatro o más ruedas.

La invención no debe considerarse como limitada a las realizaciones descritas anteriormente, siendo posibles varias modificaciones dentro del campo de aplicación de las siguientes reivindicaciones de patente.

#### NÚMEROS DE REFERENCIA

- 25 1, 1': Unidad de rodamiento  
2: Elemento exterior  
3: Elemento interior  
4, 4': Primer rodamiento de elementos rodantes  
5, 5': Segundo rodamiento de elementos rodantes
- 30 6: Aro de rodamiento exterior  
7: Aro de rodamiento interior  
8, 8': Primera celda de carga  
9, 9': Segunda celda de carga  
10: Primer soporte de rodamiento
- 35 11: Segundo soporte de rodamiento  
12: Árbol  
13: Contratuerca  
14: Tubo de separación entre las celdas de carga primera y segunda  
15: Parte deformable (radio)
- 40 18: Sensor de tensión  
20: Unidad de cubo  
22: Tope trasero axial en el cubo  
23: Tope trasero axial en el soporte de rodamiento  
30: Eje de rotación
- 45 35: Brida que se extiende radialmente de soportes de rodamiento  
300: Celda de carga  
305: Primera sección de celda de carga  
307: Orificio de celda de carga  
310: Segunda sección de celda de carga
- 50 312: Agujero de montaje  
315: Radio  
318: Sensor de tensión  
320: Línea central lateral a través de radios  
325: Línea central longitudinal a través de radios
- 55 330: Ranuras (cortes pasantes entre secciones de celda de carga)

## REIVINDICACIONES

1. Unidad de rodamiento (1, 1', 20) que comprende un elemento exterior (2) dispuesto concéntricamente alrededor de un elemento interior (3), un primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4') y un primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) con un orificio (307), en la que:
- 5    - el primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) está montado en uno de los elementos (2, 3) y soporta el primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4') con respecto a este uno de los elementos;
- el primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4') está montado en el otro de los elementos (2, 3) y soporta este otro de los elementos con respecto al primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300);
- caracterizada por que,
- 10   el primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) y el primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4') están dispuestos lateralmente uno con respecto a otro en un espacio radial entre los elementos interior y exterior (2, 3), y por que
- 15   el dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) comprende una primera sección rígida (305) y una segunda sección rígida (310), radialmente separada de la primera sección rígida, estando dichas secciones unidas por al menos una parte deformable (15, 315) que está provista de uno o más sensores de tensión (18, 318) que se sitúan en un plano perpendicular a un eje de rotación (30) de la unidad de rodamiento.
2. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4') comprende un aro de rodamiento bridado, cuya parte de brida está montada en la cara lateral radial del primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300).
- 20   3. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la unidad comprende además un soporte de rodamiento (10) para el primer rodamiento de elementos rodantes (4, 4'), comprendiendo el soporte de rodamiento una brida que se extiende radialmente (35) que está montada en una cara lateral del primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300).
- 25   4. Unidad de rodamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de rodamiento comprende un segundo rodamiento de elementos rodantes (5, 5') montado dentro del espacio radial entre los elementos interior y exterior (2, 3) y axialmente separado con respecto al primer rodamiento (4, 4').
- 30   5. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la unidad comprende además un segundo dispositivo de medición de carga (9, 9', 300) dispuesto lateralmente con respecto al segundo rodamiento de elementos rodantes (5, 5'), estando dicho dispositivo montado en el espacio radial entre los elementos interior y exterior (2, 3) y soportando dicho dispositivo (9, 9', 300) el segundo rodamiento de elementos rodantes (5, 5').
6. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los dispositivos de medición de carga primero y segundo (8, 8', 9, 9', 300) están dispuestos entre los rodamientos de elementos rodantes primero y segundo (4, 4', 5, 5').
- 35   7. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 6, en la que los dispositivos de medición de carga primero y segundo están conectados por un tubo rígido (14).
8. Unidad de rodamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad está adaptada para la rotación del elemento exterior (2) y al menos el primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) está montado en contacto alrededor del elemento interior (2).
- 40   9. Unidad de rodamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el elemento exterior (2) es un cubo de una rueda de vehículo o un componente giratorio de máquina, o es un elemento tubular que se puede montar dentro del cubo.
10. Unidad de rodamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la unidad está adaptada para la rotación del elemento interior (3) y al menos el primer dispositivo de medición de carga (8, 8', 300) está montado en contacto con el elemento exterior (2).
- 45   11. Máquina o vehículo que comprende una unidad de rodamiento (1, 1', 20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

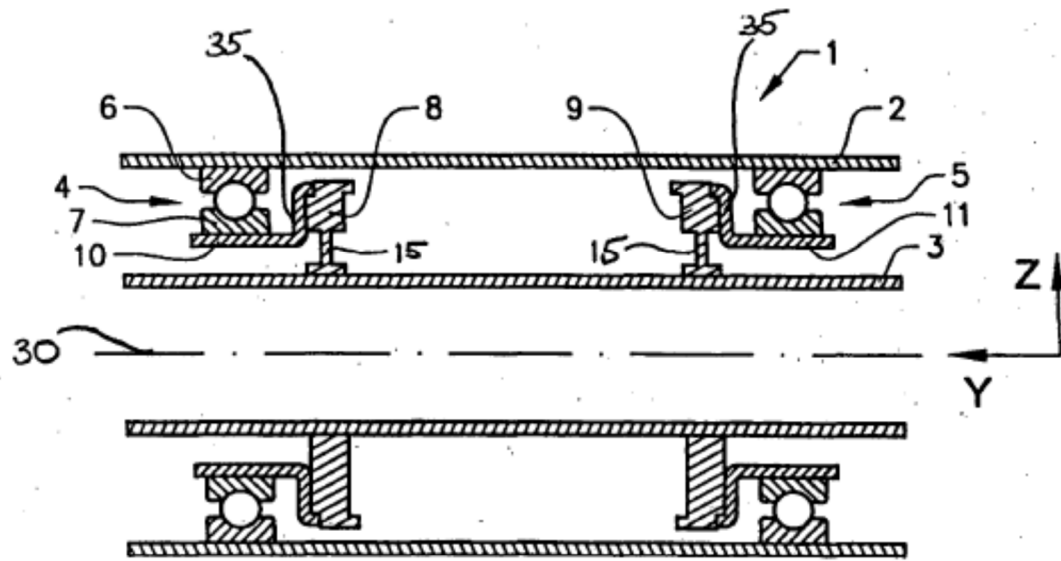


FIG. 1

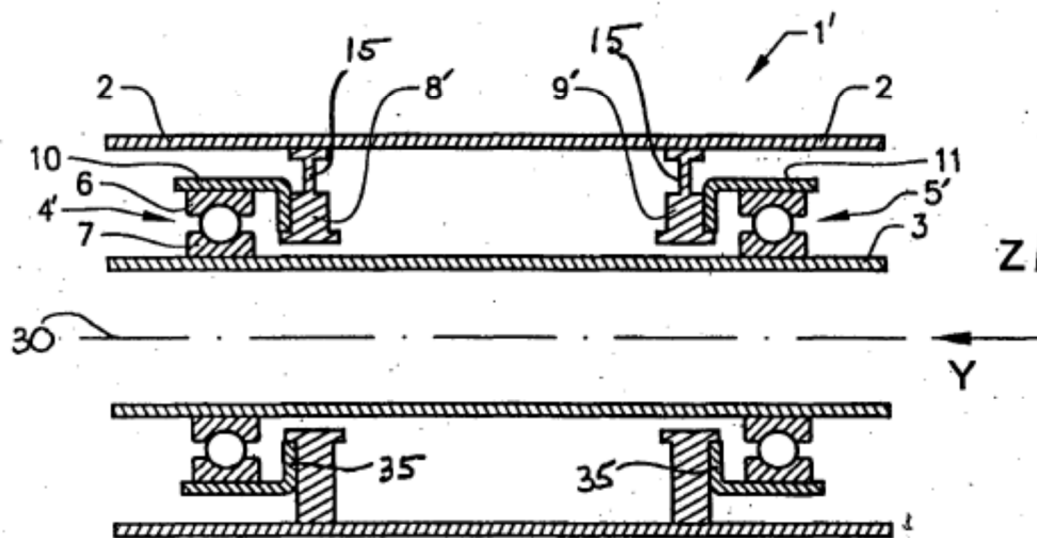


FIG. 2

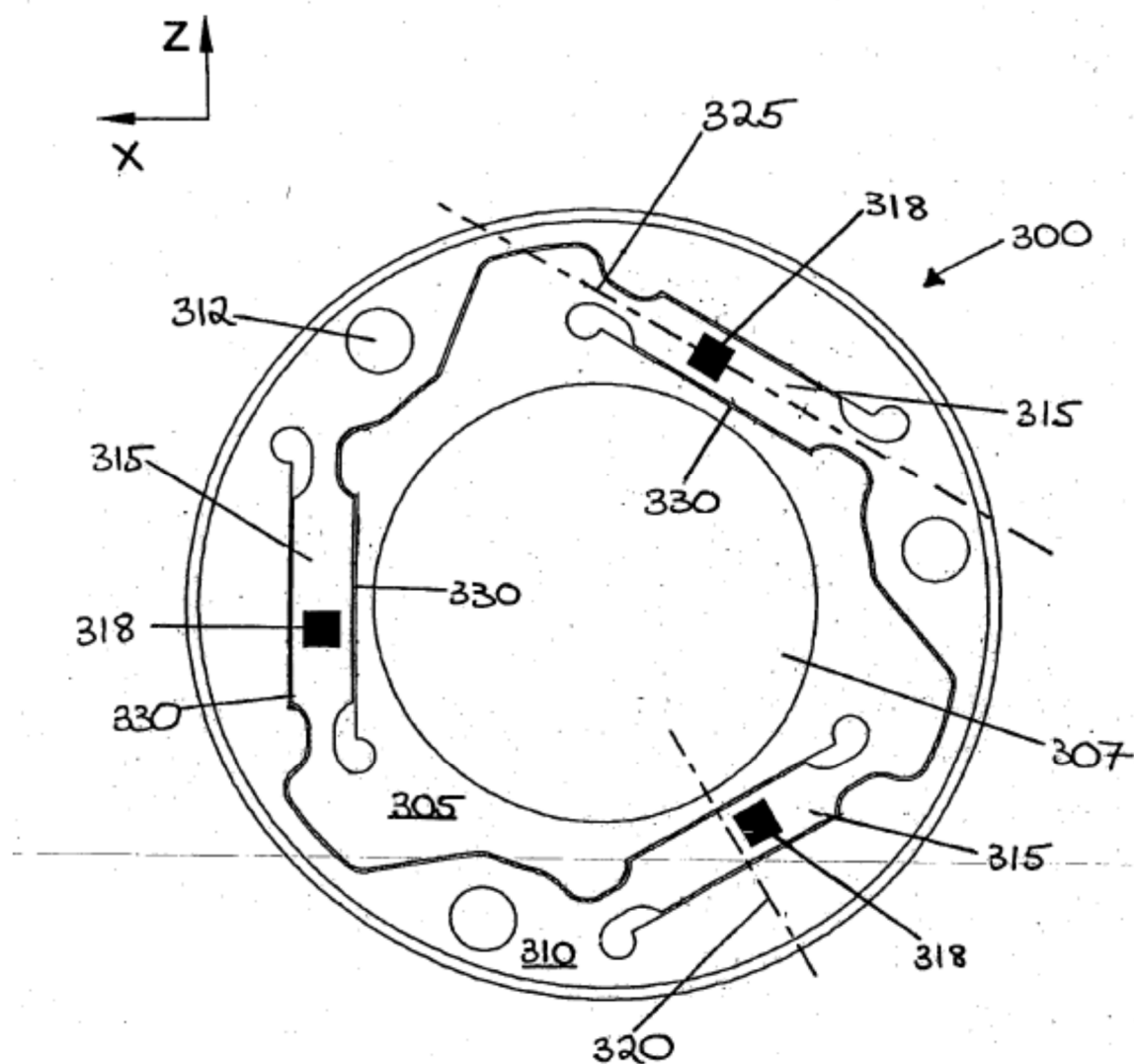


FIG. 3

