

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 787**

51 Int. Cl.:

F16H 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09739486 .0**

96 Fecha de presentación: **24.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2283250**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2011**

54

Título: **Sistema de engranajes epicicloidales con ejes flexibles**

30

Prioridad:

30.04.2008 US 49247

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

13.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

13.12.2012

73

Titular/es:

**THE TIMKEN COMPANY (100.0%)
1835 Dueber Avenue S.W.
Canton, OH 44706-0930, US**

72

Inventor/es:

**FOX, GERALD, P. y
LUCAS, DOUGLAS**

74

Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 787 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

Sistema de engranajes epicicloidales con ejes flexibles

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a sistemas de engranajes epicicloidales y, más particularmente, a sistemas de engranajes epicicloidales en los que los piñones planetarios giran alrededor de ejes flexibles, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y tal como se describe en el documento GB 2413836 A.

Antecedentes de la técnica

10 El sistema de engranajes epicicloidales típico tiene un engranaje planetario, un engranaje de anillo que rodea el engranaje planetario, y piñones planetarios situados entre y acoplado con el engranaje planetario y los engranajes de anillo, y además, tiene un portador que proporciona unos ejes alrededor de los cuales giran los piñones planetarios. Un sistema de engranajes así configurado divide el par transferido a través del sistema en trayectorias de carga, iguales en número al número de piñones planetarios. Esto reduce las fuerzas en cada engranaje y permite que el sistema transfiera una gran cantidad de potencia en una configuración relativamente compacta - o en otras palabras, tiene una alta densidad de potencia.

15 A menudo, el engranaje de anillo permanece fijo, dejando que el portador y engranaje planetario giren. En esta disposición se puede aplicar potencia en un extremo del portador y suministrarse a través del engranaje planetario a una velocidad y par diferentes. Esto es válido para las transmisiones en las turbinas eólicas que aprovechan la energía del viento y la convierten en energía eléctrica.

20 Muchos sistemas de engranajes epicicloidales utilizar un tipo de horcajadas de portador en el que los piñones planetarios giran entre dos paredes del portador sobre ejes que se extienden entre las paredes, estando cada uno anclado en sus dos extremos en las paredes. Cuando se aplica par al portador en una de las paredes de extremo, el portador será sometido a una distorsión a modo de giro, llamada enrollado del portador, que distorsiona sus ejes respecto a los engranajes planetario y de anillo. Esto perturba el engranaje entre los piñones planetarios y los engranajes planetario y de anillo.

25 Un sistema de engranajes epicíclicos en el que los piñones planetarios están soportados y giran alrededor de los llamados "ejes flexibles" mitiga la distorsión. En este sentido, un eje flexible para un piñón planetario en un extremo está anclado en voladizo desde la pared de un portador del que es parte. El otro extremo o remoto del eje flexible tiene un manguito montado en el mismo, con el manguito que se extiende hacia atrás sobre el mismo, pero separado radialmente de otra manera del eje flexible. El manguito forma parte de o lleva un cojinete que soporta uno
30 de los piñones planetarios. En la pared del portador, el eje flexible se dobla en una dirección circunferencial respecto al eje principal del sistema y en el extremo opuesto se dobla circunferencialmente en la otra dirección, de manera que el manguito permanece paralelo al eje. En otras palabras, la tecnología de eje flexible emplea un doble voladizo para compensar la distorsión que se produciría de otro modo, y por lo tanto, restaura la alineación en los engranajes entre los piñones planetarios y los engranajes planetario y de anillo. Véanse los documentos US 7,297,086 y US
35 6,994,651, que se incorporan aquí por referencia, para una discusión adicional de la tecnología de ejes flexibles.

Aunque un portador que utiliza ejes flexibles para soportar sus piñones planetarios puede tener una sola pared de extremo para soportar los ejes flexibles, el número de ejes flexibles - y también piñones planetarios - puede duplicarse mediante la utilización de dos paredes de extremo con ejes flexibles instalados en cada una. Véase el documento WO 2007/016336.

40 Independientemente de si un portador tiene ejes flexibles montados en una sola pared o paredes separadas, cada eje flexible debe anclarse firmemente en o a la pared del portador desde la cual se proyecta y está en voladizo. Por ejemplo, un ajuste de interferencia simple puede retener el eje flexible tal como se muestra en el documento US 6,994,651. Entonces otra vez, la pared del portador puede tener un orificio cónico y el eje flexible un extremo cónico que se ajusta en el orificio, e incluso más allá, donde está provisto de roscas sobre las que se enrosca la tuerca.
45 Cuando la tuerca se gira hacia abajo contra la pared del portador, se retira el eje de manera ajustada y se fija dentro del orificio cónico, tal como se representa en el documento US 7,056,259. Algunos ejes flexibles tienen bridas, a lo largo de las cuales están anclados a la pared del portador con tornillos de máquina, tal como se representa en el documento WO 2007/016336.

50 Los manguitos que se extienden hacia atrás sobre los ejes flexibles y proporcionan o soportan los cojinetes sobre los que giran los piñones planetarios debe sujetarse firmemente a los extremos remotos de los ejes flexibles. Una interferencia entre cada manguito y el extremo remoto de su eje flexible suplementado por una soldadura funcionará. Además, el manguito y el eje flexible se pueden formar integrales en el extremo remoto del eje flexible. Véase el documento US 7,056,259. Uno requiere metales de soldadura que son difíciles cuando el manguito tiene una carcasa endurecida. El otro requiere una compleja operación de mecanizado.

55 A veces, se daña un piñón planetario o su cojinete. Esto típicamente requiere la sustitución de toda la transmisión, de la que el piñón o su cojinete es un mero componente. Pero la sustitución de una transmisión completa no se logra

fácilmente y es costosa, particularmente cuando la transmisión forma parte de una turbina eólica montada en alto sobre el suelo o en el mar.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente cortada y en sección, de un sistema de engranaje epicicloidal construido de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La figura 2 es una vista en sección longitudinal de un conjunto de eje flexible que forma parte del sistema de engranaje epicicloidal;
- La figura 3 es una vista en sección de un conjunto de eje flexible alternativo;
- La figura 4 es una vista en sección de otro conjunto de eje flexible alternativo; y
- 10 La figura 5 es una vista en perspectiva en despiece del conjunto de eje flexible de la figura 4.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

Haciendo referencia ahora a los dibujos, un sistema de engranaje epicicloidal A (figura 1) que está organizado alrededor de un eje central X, incluye un engranaje planetario 2, un engranaje de anillo 4, y piñones planetarios 6 situados entre y acoplados con el engranaje planetario 2 y el engranaje de anillo 4. Además, la transmisión A incluye un portador 8 que establece los ejes Y alrededor de los cuales giran los piñones planetarios 6. Cualquiera del engranaje planetario 2 o el engranaje de anillo 4 o el portador 8 pueden permanecer fijos contra la rotación, mientras los otros dos giran, aplicándose un par a uno y suministrándose desde el otro. En la transmisión A que se ilustra, típicamente el par se aplica al portador 8 y es suministrado desde el engranaje planetario 2, mientras que el engranaje de anillo 4 permanece fijo. Es muy adecuado para su uso en una turbina eólica entre el rotor accionado por el viento y el generador eléctrico de la turbina eólica. Para este fin, el portador tiene una pared de extremo 12 a la que se aplica el par, mientras que el engranaje planetario 2 tiene un eje de salida 14 acoplado al mismo.

Además de la pared de extremo 12, el portador 8 tiene ejes flexibles 20 que se proyectan desde, e incluso están en voladizo desde, la pared de extremo 12, un eje flexible 20 para cada piñón planetario 6. Cada eje flexible 20 en su extremo alejado de la pared de extremo 12 está provisto de un manguito 22 (figura. 2 - 4) que se extiende hacia atrás sobre el eje flexible 20 hacia la pared de extremo 12, pero está separada radialmente del eje flexible 20 excepto en el extremo remoto del eje flexible 20 cuando el manguito 22 se ajusta firmemente y con seguridad alrededor del eje flexible 20. En efecto, el manguito 22 está en voladizo desde el extremo remoto del eje flexible 20 - creando un doble voladizo, por así decirlo.

El manguito 22 a lo largo de su superficie presentada exteriormente soporta un cojinete 24 (figura 2), y el cojinete 24 soporta a su vez uno de los piñones planetarios 6. El cojinete 24 puede tomar la forma de un cojinete de rodillos cónicos de doble fila con el manguito 22 y el piñón 6 proporcionar pistas de rodadura 26 a lo largo de los cuales ruedan los rodillos cónicos 28. Alternativamente, la pista de rodadura interior 26 puede residir en diferentes pistas interiores separadas llamadas conos que se ajustan perfectamente sobre el manguito 22. La pista de rodadura exterior 26 para el cojinete 24 puede estar sobre el propio piñón planetario 6 o en pistas separadas, llamadas copas, encajadas en el piñón planetario 6. Además, el manguito 22 puede servir como extremo para un cojinete liso simple. Si el cojinete 24 adopta la forma de un cojinete antifricción, no necesita ser un rodamiento de rodillos cónicos. De hecho, podría adoptar la forma de un rodamiento de contacto angular de doble fila, uno o más rodamientos de bolas de ranura profunda, un rodamiento de rodillos cilíndricos, un rodamiento de agujas, o un rodamiento de rodillos esféricos.

El eje flexible 20, el manguito 22 que lo soporta, y el cojinete 24 que permite que el piñón 6 gire sobre el manguito 22, con o sin el piñón planetario 6, constituyen un conjunto de eje flexible B. Cuando las pistas de rodadura interiores 26 para el cojinete 24 están en el propio manguito 22, el conjunto de eje flexible B se refiere a veces como un "eje flexible integrado".

El doble voladizo formado por el eje flexible 20 y el manguito 24 que se extiende hacia atrás sobre el eje flexible 20 permite el desplazamiento del eje Y, alrededor del cual gira el piñón planetario 6 para permanecer paralelo al eje central X. Esto a su vez asegura un buen engranaje entre el engranaje planetario 6 y los engranajes planetario y de anillo 2 y 4. Más específicamente, como se aplica un par a la pared de extremo 12, cada eje flexible 20 se desvía cerca de la pared 12 generalmente de manera circunferencial a lo largo del círculo de paso definido por los varios ejes flexibles 20, de modo que su extremo remoto arrastra el extremo que está anclado en la pared 12. El eje 20, sin embargo, posee la flexibilidad suficiente en su extremo remoto para flexionarse en la dirección circunferencialmente opuesta para permitir que el manguito 22 permanezca paralelo al eje central X. En contraste con esto, un portador de tipo a horcajadas con dos paredes, en el que cada eje está anclado en ambos de sus extremos en las dos paredes. Ese tipo de portador se deforma bajo el par transmitido a través del mismo, y los pasadores se deforman respecto al eje central del sistema de engranajes.

El eje flexible 20 para cada piñón planetario 6 tiene (figura 2) una base 30 en la que se monta a la pared de extremo

12 del portador 8 y una cabeza 32 en la que el manguito 22 está montado en a el eje flexible 20. Entre la base 30 y la cabeza 32 del eje flexible 20 tiene un vástago 34. El manguito 22 se extiende sobre el vástago 34, todavía separado radialmente desde el mismo. Para mejorar la flexibilidad del eje flexible 20, su vástago 34 puede contener una ranura 36 junto a la cabeza 32.

5 El eje flexible 20 está anclado en su base 30 a la pared de extremo 12 del portador 8 en una cualquiera de varias maneras. En este sentido, la base 30 puede tener una superficie exterior cilíndrica 40 (figura 2), mientras que la pared 12 opuesta cada piñón planetario 6 tiene un orificio cilíndrico 42, cuyo diámetro es ligeramente menor que el diámetro de la superficie 40, al menos inicialmente. La base 30 se presiona en el orificio 42 de manera que existe un ajuste de interferencia entre su superficie cilíndrica 40 y la superficie del orificio 42. En la alternativa, la base 30
10 puede tener una superficie cónica y, más allá de esa superficie, una rosca que se proyecta más allá de la pared del portado 12 cuando se acopla con una tuerca como en el documento US 7,056,259, que se incorpora aquí por referencia. Además, la base 30 puede tener una brida que se fija a la pared del portador 12 con tornillos de cabeza como en el documento WO 2007/016336, que también se incorpora aquí como referencia.

15 En el extremo remoto del eje flexible 20, la cabeza 32 puede tener una superficie cónica 56 (figura 2) que se afila hacia abajo alejándose de la ranura 36, de modo que su diámetro más pequeño es muy al final del eje flexible 20. La cabeza 32 contiene una pequeña ranura anular 58 que se abre hacia fuera de la superficie cónica 56 y un conducto interno 60 que conduce desde la cara de extremo de la cabeza 32 a la ranura 58. El conducto 60 se abre hacia fuera de la cara de extremo de la cabeza 32 a través de una rosca interna. El manguito 22 en su extremo alejado de la pared de extremo 12 tiene un segmento de montaje 62 dirigido hacia dentro provisto de una superficie cónica 64 que
20 proporciona un orificio cónico que se ajusta en tamaño y conicidad a la superficie cónica 56 en la cabeza 32. El manguito 22 se ajusta sobre el eje flexible 20 - de hecho, se presiona sobre la cabeza 32 del eje flexible 20 - con la superficie cónica 64 en su segmento de montaje 62 firmemente contra la superficie cónica 56 en la cabeza 32. La inclinación de las dos superficies 56 y 64 es tal que establecen una conicidad de autobloqueo. El segmento de montaje 62 se proyecta ligeramente más allá del extremo de la cabeza 32, y aquí una placa de extremo 66 se apoya
25 contra el extremo del segmento de montaje 62, quedando asegurada mediante tornillos 68 que pasan a través de la placa 66 y se enroscan en la cabeza 32. Cuando los tornillos 68 se aprietan, fuerzan el segmento de montaje 62 firmemente sobre la cabeza 32, haciendo que la superficie cónica 64 de la primera se asiente firmemente contra la superficie cónica 56 de la segunda. Esto posiciona y retiene el manguito 22 a lo largo de su segmento de montaje 62 firmemente sobre la cabeza 32 del eje flexible 30. Sin embargo, el manguito 22, el piñón planetario 6, y el cojinete 24
30 pueden retirarse como una unidad y sustituirse si alguno de estos componentes requieren reemplazo. Debido a la conicidad de autobloqueo, la retirada de los tornillos de cabeza 68 y la placa 66 normalmente no liberará el manguito 22.

35 Sin embargo, una vez que la placa de extremo 66 se retira, el manguito 32 se libera fácilmente al forzar un fluido no comprimible en el conducto 60 desde el extremo roscado del conducto 60. El fluido entra en la ranura anular 58 bajo presión y expande el manguito 32 en su segmento de montaje 62, separando de este modo el segmento de montaje 62 y la cabeza 32 en sus superficies cónicas 56 y 64. Esto libera el manguito 22, el cojinete 24, y el piñón 6 del eje flexible 20, de modo que uno cualquiera o todos esos componentes pueden ser reparados o sustituidos. La disposición también facilita la fabricación y el montaje del sistema de engranajes A.

40 El eje flexible 20 puede tomar una forma diferente (figura 3) que aún facilita el mantenimiento y la fabricación. En esa forma, la base 30 puede permanecer cilíndrica y está configurada para encajar herméticamente en el orificio cilíndrico 42 de la pared del portador 12 con un ajuste de interferencia entre la superficie cilíndrica 40 de la base 30 y la superficie del orificio 42, o puede asumir alguna otra configuración. La cabeza 32 del eje 20 también asume una configuración cilíndrica, que tiene una superficie periférica cilíndrica 72 y una cara de extremo 74 que está dispuesta perpendicular al eje Y. En realidad, la superficie cilíndrica 72 se extiende fuera de la cara de extremo 74 en un
45 pequeño rebaje 76.

50 El manguito 22 a lo largo de su interior tiene un segmento de montaje 78 que se encaja sobre la superficie cilíndrica 72 de la cabeza 22 con un ajuste de interferencia y una brida o labio 80 dirigido hacia el interior en el extremo de la superficie cilíndrica 72. Aquí, el manguito 22 tiene una cara de extremo 82. El labio 80 encaja en el rebaje 76 y coloca el manguito 22 de tal manera que su cara de extremo 82 se encuentra ligeramente más allá de la cara de extremo 74 del eje flexible 20. El resto del interior forma un orificio 84, cuya superficie está separada radialmente ligeramente alejada del vástago 34 del eje flexible 20. En su superficie exterior, el manguito 22 tiene dos pistas de rodadura 86 y 88 que se estrechan hacia abajo entre sí, de manera que sus diámetros son menores donde están
55 más cerca. La pista de rodadura 86 rodea el extremo libre del manguito 22, es decir, el extremo más cercano a la pared de extremo 12, y aquí el manguito 22 tiene un nervio de empuje integral 90 que se proyecta hacia fuera más allá del extremo mayor de la pista de rodadura 84. La pista de rodadura 86 en su extremo mayor se extiende hacia fuera a un rebaje 92 que rodea el labio 90 y proporciona un resalte mecanizado que está dispuesto perpendicular al eje Y.

60 El manguito 22 lleva un anillo de nervio 94 que encaja en el rebaje 92 del manguito 22 y tiene una superficie de posicionamiento 96 que se apoya contra el resalte mecanizado de la ranura 92. El anillo de nervio 94 también tiene una banda a modo de placa 98 que se extiende a través de la cara de extremo 82 del manguito 22 y a través de la cara de extremo 74 del eje flexible 20, todavía separado ligeramente de la cara de extremo 74. Está fijado al eje

flexible 20 mediante un tornillo de cabeza 100 que pasa a través de la banda 98 y se enrosca en el eje flexible 20. La banda 98 captura el labio 80 del manguito 22 en el pequeño rebaje 76 y evita que el manguito 22 se arrastre axialmente sobre el eje flexible 20. A lo largo de su periferia, el anillo de nervio 94 se proyecta fuera del rebaje 92 y proporciona una cara de nervio 101 en el extremo mayor de la pista de rodadura 88.

5 Las dos pistas de rodadura 86 y 88 en el manguito 22, el nervio de empuje integral 90 en el extremo libre del manguito 22, y el anillo de nervio 92 en el otro extremo forman parte del cojinete 24. El piñón planetario 6 que está soportado por el eje flexible 20 tiene dos pistas de rodadura 102 y 104 que también forman parte del cojinete 24. La pista de rodadura 102 rodea la pista de rodadura 86 en el manguito 22 y se estrecha en la misma dirección. La pista de rodadura 104 rodea la pista de rodadura 88 en el manguito 22 y se estrecha en la misma dirección que la pista de rodadura 88. Finalmente, el cojinete 24 tiene elementos de rodadura en forma de rodillos cónicos 106 dispuestos en una fila entre las pistas de rodadura 86 y 102 con sus caras de extremo mayores contra el nervio de empuje 90, y más rodillos cónicos 108 dispuestos en una fila entre la pista de rodadura 88 y 104 con las caras de extremo mayores enfrentadas contra el anillo de nervio 94. La disposición es tal que los rodillos 106 y 108 están en el vértice. Como tal, los sobres cónicos dentro de los cuales están dispuestas las caras laterales de los rodillos 106 y sobres similares en los que están dispuestas las pistas de rodadura cónicas 86 y 102 tienen sus vértices en un punto común a lo largo del eje Y para el eje flexible 20. Lo mismo es válido para los rodillos 108 y sus pistas de rodadura 88 y 104. El cojinete 24 cuando está así configurado transfiere las cargas radiales entre el piñón planetario 6 y el manguito 22 y limita de manera similar el piñón planetario 6 axialmente sobre el manguito 22.

20 En efecto, el cojinete 24 es un cojinete de rodillos cónicos de doble hilera. Como tal, la separación entre el nervio de empuje 90 y la cara del nervio 101 del anillo de nervio 94 determina el ajuste para el cojinete 24, ya sea juego de extremo o carga previa. Esa separación - y de manera similar el ajuste - pueden alterarse moliendo el anillo de nervio 94 a lo largo de su superficie de posicionamiento 96 que se apoya contra el resalte mecanizado del rebaje 92.

25 En lugar de las pistas de rodadura cónicas 86, 88, 102, y 104 y los rodillos cónicos 106 y 108, el manguito 22 puede tener una pista de rodadura cilíndrica entre su nervio 90 y el anillo de nervio 94 y una pista de rodadura cilíndrica soportada por el piñón planetario 6 y rodillos cilíndricos entre las pistas de rodadura cilíndricas - en efecto, un cojinete de rodillos cilíndricos en lugar del cojinete de rodillos cónicos de doble hilera 24. También tendría un anillo de nervio desmontable similar al anillo de nervio 92.

30 Si el piñón 6 o los rodillos cónicos 106 ó 108 requieren el reemplazo o la reparación, se desprenden fácilmente del eje flexible 20 simplemente quitando los tornillos de cabeza 98 y retirando el anillo de nervio 94 del manguito 22. Una vez que el anillo de nervio 94 se retira, los rodillos 108 y el piñón 6 pueden retirarse del manguito 22. La disposición también facilita la fabricación del sistema de engranajes A.

35 En otra variante del conjunto de eje flexible B (figuras 4 y 5), el tornillo de cabeza 100 abraza la banda 98 del anillo de nervio 94 contra la cara de extremo 74 de la cabeza 32 en el eje flexible 20. Además, el anillo de nervio 94 y el manguito 22 están unidos con más tornillos de cabeza 110 que pasan a través de la banda 98 y se enrosca en el manguito 22 alrededor de sus segmentos de montaje 78. Los tornillos de cabeza 110 sirven para rigidizar el anillo de nervio 92 en su periferia y esto estabiliza aún más su cara de nervio 101. También sirven para evitar que el manguito 22 se arrastre axialmente sobre la cabeza 32 del eje flexible 20, esto en lugar del pequeño rebaje 76 y el labio 80. Entre la cara de extremo 82 del manguito 32 y la banda 98 del anillo 94 se encuentra una cuña anular 112 que determina la posición axial de la cara de nervio 101 a lo largo de la pista de rodadura 88. Así, la cuña 112 controla el ajuste para el cojinete 24.

40 El manguito 22, por supuesto, contiene orificios roscados en los que se enrosca los tornillos de cabeza 100. Una vez que los tornillos 110 se retiran y el anillo de nervio 94 se separa del manguito 22, los orificios roscados pueden ser utilizados para fijar un extractor al manguito 22, de modo que el manguito 22 puede ser retirado de la cabeza 32 del eje flexible 20.

45 Otros elementos roscados en lugar del tornillo de cabeza 100 pueden ser usados para fijar el anillo de nervio 94. Por ejemplo, un vástago roscado que sobresale axialmente desde la cara de extremo 74 del eje flexible 20 y acoplado mediante una tuerca será suficiente. Lo mismo es cierto para los tornillos de cabeza 68 y 110.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de eje flexible (B) para su instalación en una pared de soporte (12) de un sistema de engranajes epicicloidales (A), comprendiendo dicho conjunto de eje flexible (B):
 - 5 un eje flexible (20) que tiene una base (30) y una cabeza (32) y un vástago (34) entre la base y la cabeza, estando configurada la base para su fijación a una pared de soporte;
 - un manguito (22) que tiene un segmento de montaje (62) encajado firmemente sobre la cabeza (32) del eje flexible y más allá del segmento de montaje que rodea el vástago (34) del eje flexible, donde está separado del vástago de manera que el eje flexible (20) puede flexionar respecto al manguito (22);
 - 10 elementos de rodadura (106, 108) que rodean el manguito para soportar un piñón planetario (6) en el manguito;
 - caracterizado por** un anillo de nervio (94) que posiciona los elementos de rodadura (108) sobre el manguito (22) y que tiene una banda a modo de placa (98) extendida sobre los extremos (74, 82) del eje flexible y el manguito para retener el manguito sobre el eje flexible;
 - 15 y un elemento roscado (68; 100) que fija la banda a modo de placa (98) al eje flexible de manera que la banda retiene el manguito sobre el eje flexible y mantiene el anillo de nervio (94) en una posición fija respecto al manguito (22), permitiendo el elemento roscado (68; 100) después de su retirada que el manguito se separe del eje flexible para el servicio del manguito y los elementos de rodadura.
2. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 1, en el que la cabeza (32) del eje flexible tiene una superficie exterior cónica (56) y el segmento de montaje (62) del manguito contiene un orificio cónico (64) que se ajusta a la superficie cónica y recibe la cabeza.
3. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 2, en el que la inclinación de la superficie exterior (56) en la cabeza y la inclinación del orificio (64) en el segmento de montaje establecen una conicidad de autobloqueo.
4. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 3, en el que la cabeza (32) del eje flexible contiene una ranura anular (58) que se abre hacia fuera de su superficie cónica (56) y un conducto (60) que conduce a la ranura para suministrar un fluido presurizado a la ranura para desalojar el manguito de la cabeza.
5. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 1, en el que el manguito (22) en su superficie exterior tiene una pista de rodadura (86) a lo largo de la cual ruedan los elementos de rodadura (106), y en el que el manguito también tiene un nervio que sobresale hacia fuera más allá de la pista de rodadura.
6. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 1, en el que los elementos de rodadura (106, 108) forman parte de un cojinete (24) que incluye también una pista de rodadura interior (88) en el manguito y el anillo de nervio (94) que sobresale hacia fuera más allá de la pista de rodadura interior y tiene la banda (98) sobre la misma.
7. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 6, en el que el manguito y el eje flexible tienen caras de extremo (74, 82), y la banda (98) del anillo de nervio (94) se extiende sobre las caras de extremo, y en el que el elemento roscado (100) pasa a través de la banda (98).
8. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 7, en el que el elemento roscado (100) es un tornillo que se enrosca en la cabeza (32) del eje flexible en la cara de extremo del eje flexible.
9. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 6, en el que el manguito tiene un labio (80) dirigido hacia el interior que está capturado entre la cabeza (32) del eje flexible y la banda (98) del anillo de nervio.
10. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 7, en el que el manguito tiene un rebaje (92) entre el anillo interior (88) y la cara de extremo (82) del manguito, y en el que el anillo de nervio (94) encaja en el rebaje.
11. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 7, en el que una cuña (112) está situada entre el manguito (22) y el anillo de nervio (94) para controlar el ajuste para el cojinete (24).
12. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 11, en el que la cuña (112) está situada entre la cara de extremo (82) del manguito y la banda (98) del anillo de nervio y los tornillos (110) se extienden a través de la banda y a través de la cuña y se enrosca en el manguito.
13. Conjunto de eje flexible según la reivindicación 6, en el que las pistas de rodadura (86, 88) están inclinadas respecto al eje flexible (20), y que también incluye una cuña (112) situada entre la banda (98) del anillo de nervio y el manguito (22) para controlar el ajuste del cojinete (24).
14. Sistema de engranajes epicicloidales (A) que está organizado alrededor de un eje principal (X) y comprende:
 - 50 un engranaje planetario (2) situado a lo largo del eje principal;

un engranaje de anillo (4) que rodea el engranaje planetario;

unos piñones planetarios (6) situados entre y acoplados con el engranaje planetario y el engranaje de anillo;

5 un portador (8) que incluye una pared de extremo (12) y también conjuntos de eje flexible según la reivindicación 1, con los ejes flexibles de los conjuntos de eje flexible en sus bases (30) estando fijados a la pared de extremo (12) y estando soportados los piñones planetarios (6) sobre los elementos de rodadura (106, 108) que están alrededor de los manguitos (22) de los conjuntos de eje flexible.

10 15. Sistema de engranajes epicicloidales según la reivindicación 14, en el que para cada conjunto de eje flexible, los elementos de rodadura (106) forman parte de un cojinete (24) que también incluye una pista de rodadura interior (86, 88) sobre el manguito (22) y el anillo de nervio (94) que se proyecta hacia fuera más allá de la pista de rodadura interior.

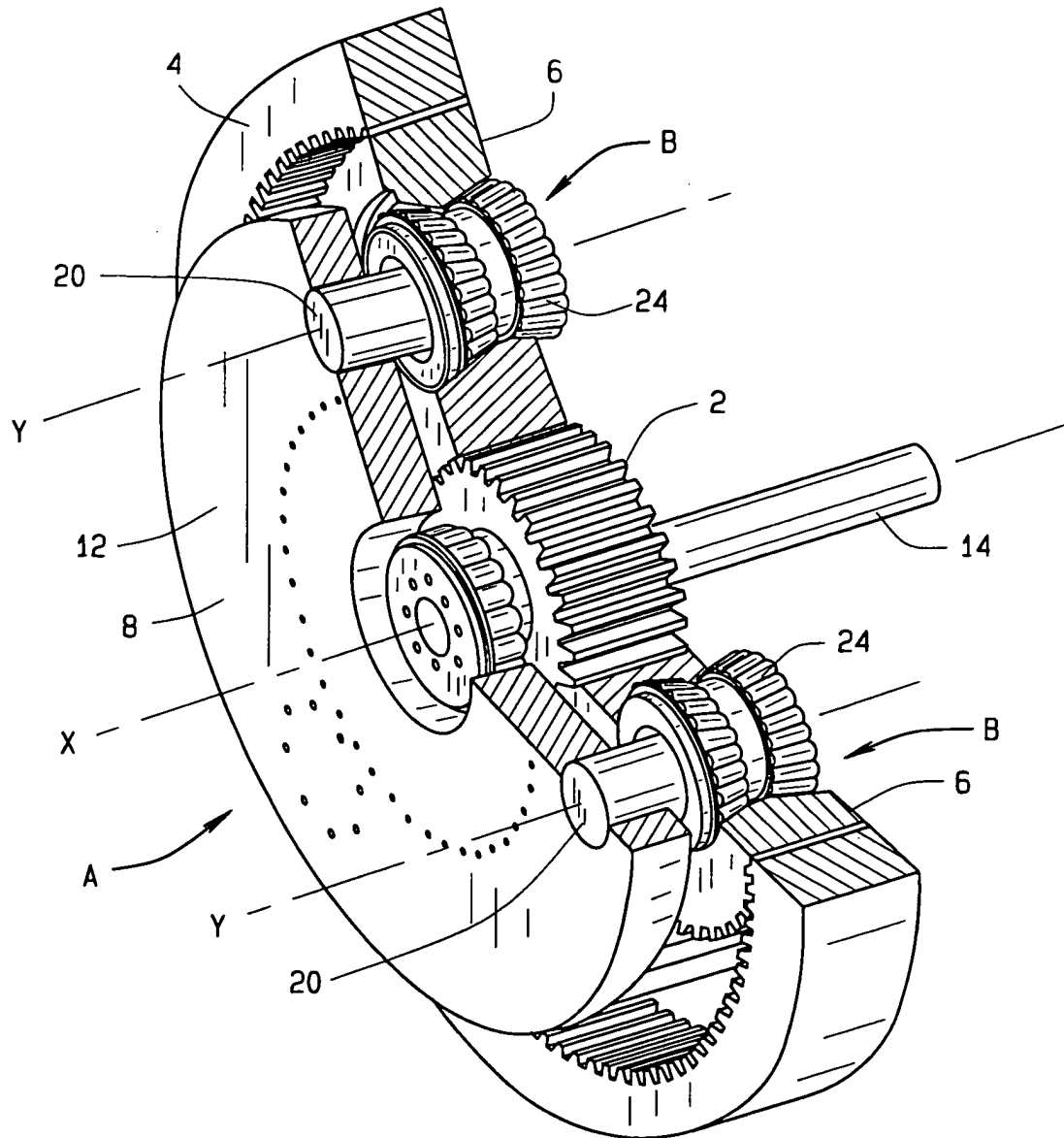


FIG. 1

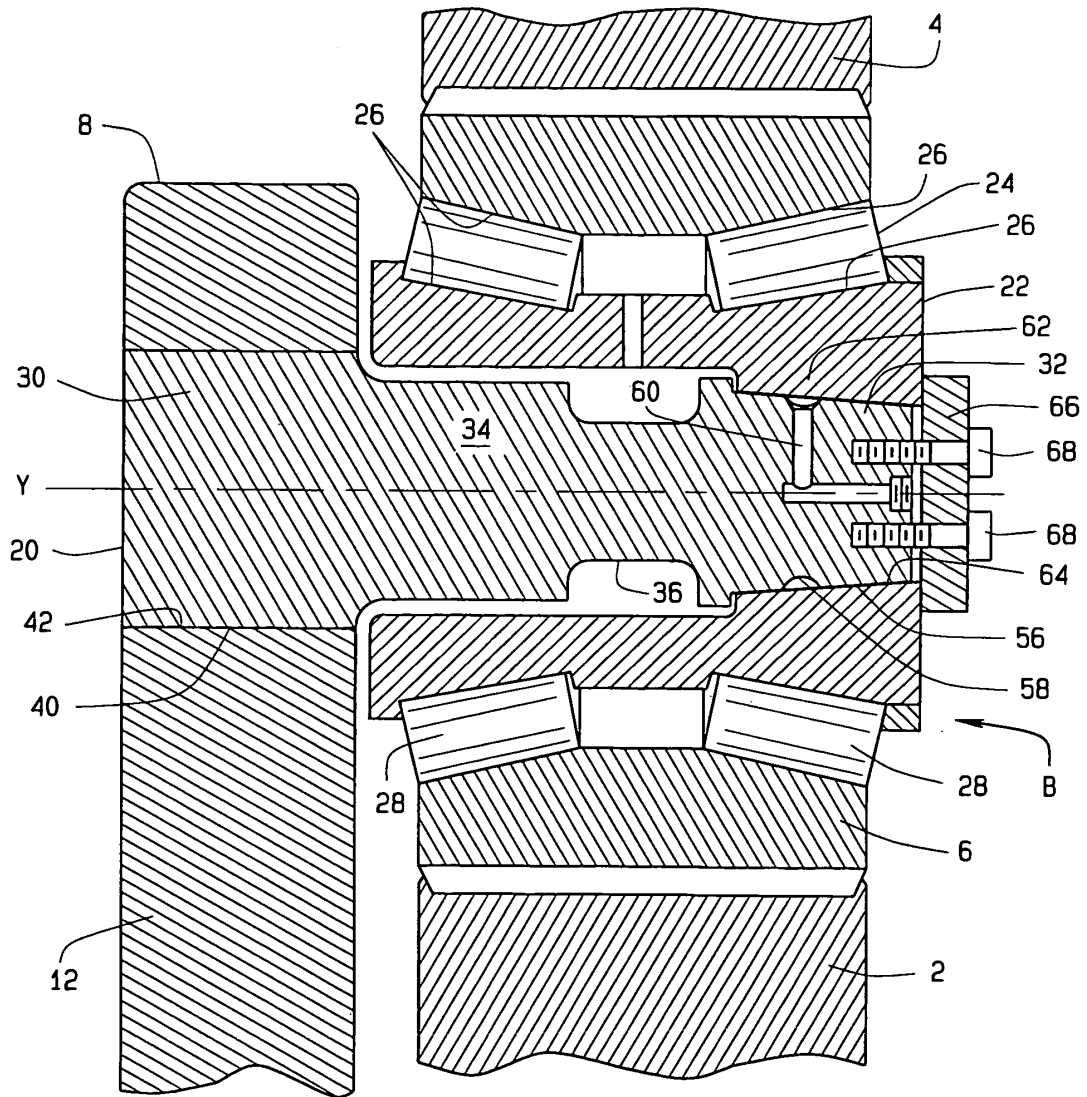


FIG. 2

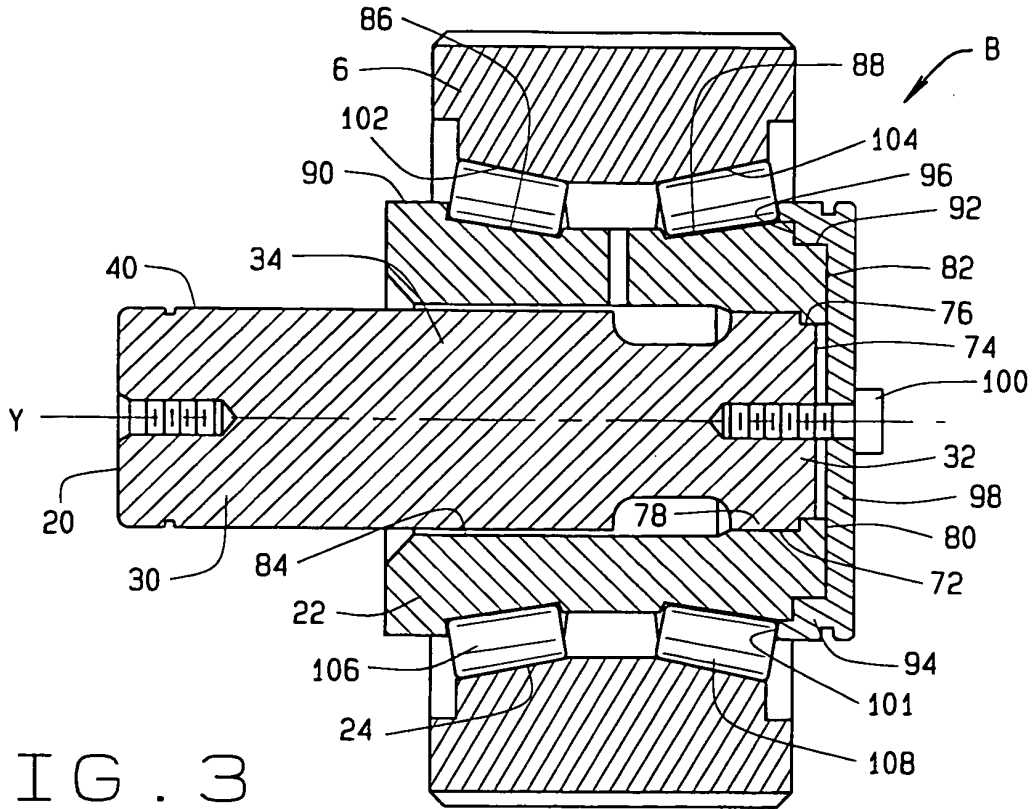


FIG. 3

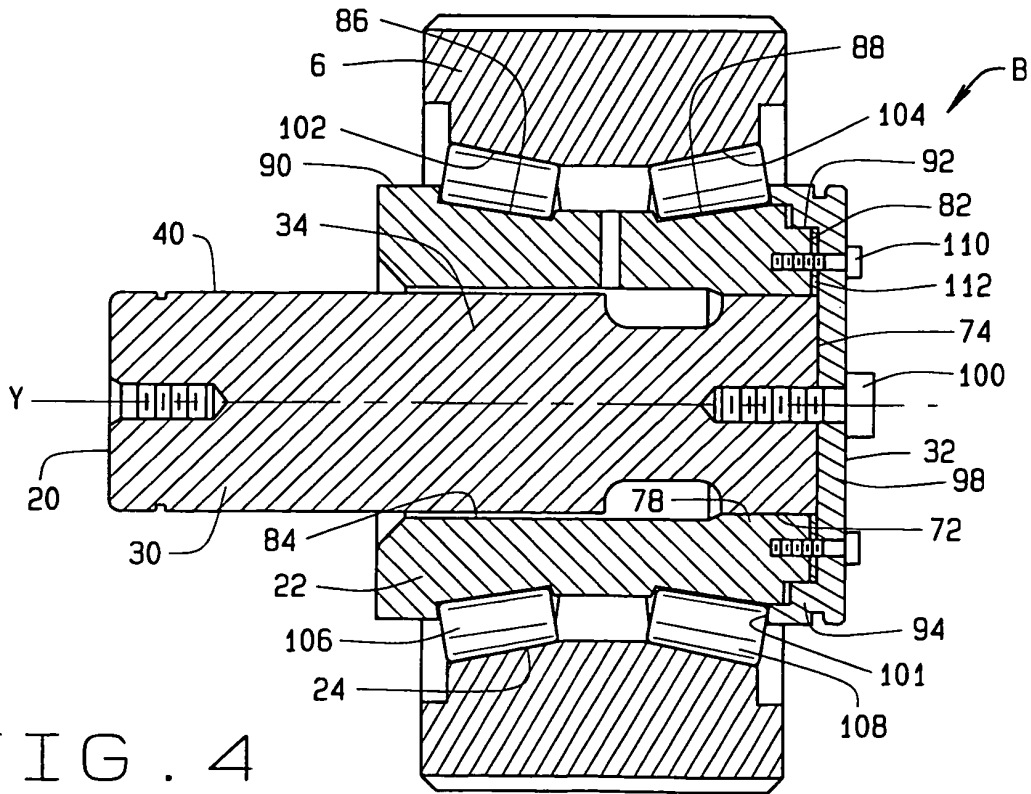


FIG. 4

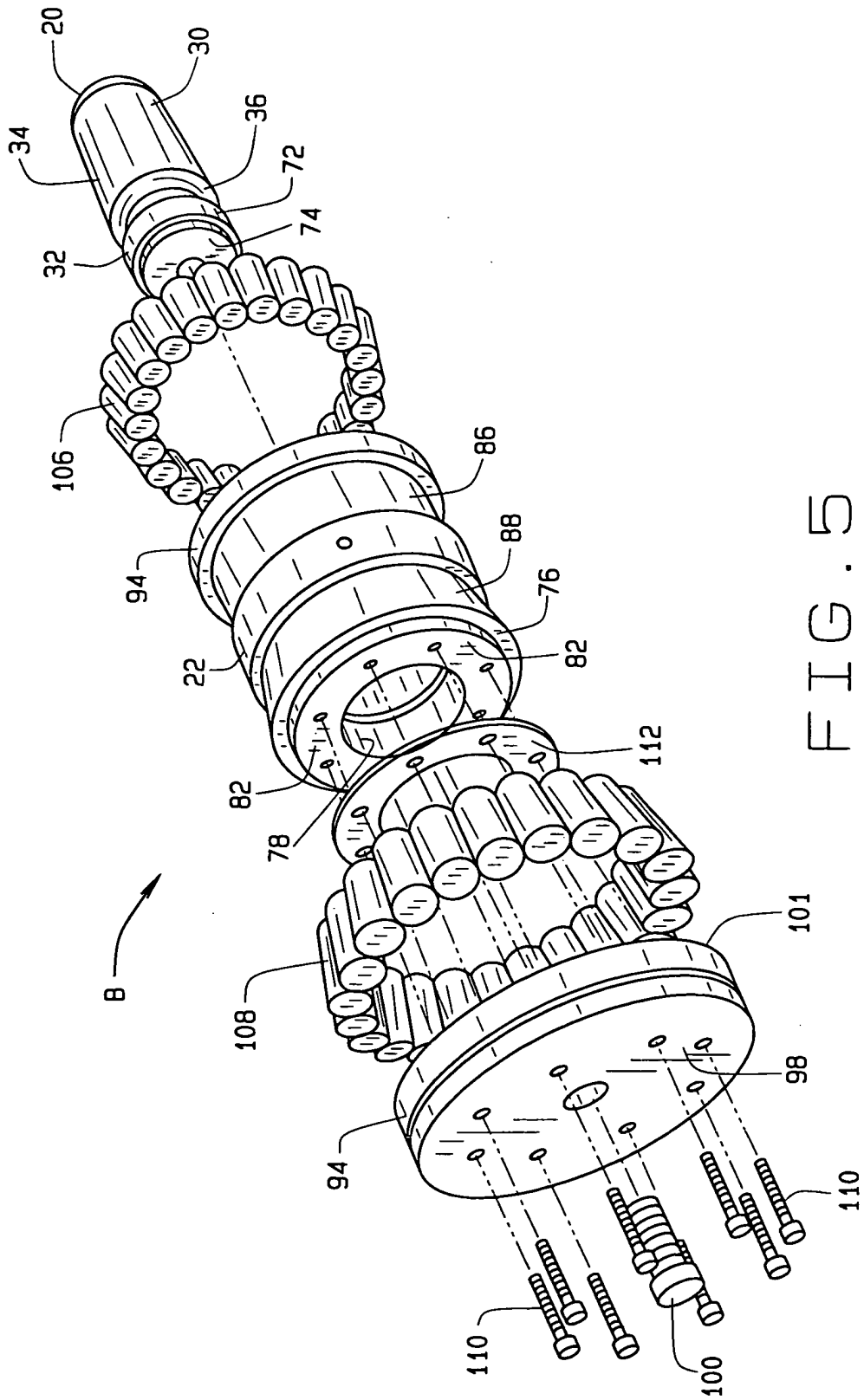


FIG. 5