

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 537**

51 Int. Cl.:

**F16H 57/08** (2006.01)

**F16H 1/48** (2006.01)

**F03D 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2012 E 12180160 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2559916**

54 Título: **Sistema de engranajes planetarios**

30 Prioridad:

**16.08.2011 US 201113210740**

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

**26.05.2015**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)  
1 River Road  
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**LOPEZ, FULTON JOSE;  
ERTAS, BUGRA HAN;  
ZIRIN, ROBERT MICHAEL y  
HALLMAN, DARREN LEE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 536 537 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 planetarios

La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de engranajes planetarios y, más en particular, a características de distribución de cargas mejoradas en sistemas de engranajes planetarios.

5 La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y más respetuosas con el medio ambiente disponible en la actualidad, y las turbinas eólicas han ganado cada vez más atención en este sentido. Normalmente, una turbina eólica moderna incluye una torre, un generador, una caja de engranajes, una góndola, y una o más palas de rotor. La palas de rotor capturan la energía cinética del viento usando los principios aerodinámicos conocidos. Las palas de rotor transmiten la energía cinética en forma de energía rotatoria con el fin de hacer girar un  
10 eje que acopla las palas de rotor a un sistema de engranajes, o si no se usa un sistema de engranajes, directamente al generador. A continuación, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede distribuirse en una red eléctrica.

La alineación correcta de los dientes de engrane de engranajes adyacentes en un sistema de engranajes, y en particular un sistema de engranajes planetarios, es importante para la correcta distribución de las cargas. Sin embargo, en muchos sistemas de engranajes actuales, diversos factores de diseño y de operación evitan la alineación correcta de los dientes de engrane. Por ejemplo, las tolerancias de fabricación y de diseño para los diversos engranajes, que normalmente tienen perfiles de engranajes de evolvente con dientes de engranajes de evolvente, pueden provocar una desalineación entre los dientes de engrane de los engranajes adyacentes. Además, y en particular para sistemas de engranajes en turbinas eólicas, diversos componentes del sistema de engranajes, tales como el soporte, experimentan una torsión y/o flexión durante la operación. Esta torsión y flexión se provocan normalmente por la carga de un eje de entrada del sistema de engranajes y la torsión y la flexión del mismo. La torsión y la flexión pueden provocar una desalineación adicional entre los dientes de engrane de los engranajes adyacentes en el sistema de engranajes.

Diversos sistemas de engranajes planetarios convencionales se conocen, por ejemplo, a partir del documento JP 2005 180636, que desvela un sistema de engranajes planetarios de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, el documento JP 2 253031 y el documento DE 12 40 712.

Las desalineaciones entre engranajes adyacentes en un sistema de engranajes pueden tener potencialmente resultados catastróficos para el sistema de engranajes y, en el entorno de las turbinas eólicas, para la propia turbina eólica. Por ejemplo, las desalineaciones pueden hacer que las cargas experimentadas por diversos engranajes en el sistema de engranajes aumenten en dos o más veces los límites de carga diseñados. Por lo tanto, los engranajes que experimentan este aumento de la carga pueden llegar a dañarse o fallar durante la operación del sistema de engranajes, dando potencialmente como resultado un fallo del sistema de engranajes.

Por lo tanto, sería deseable en la técnica un sistema de engranajes mejorado, tal como un sistema de engranajes planetarios mejorado. Por ejemplo, sería ventajoso un sistema de engranajes con características de distribución de cargas mejoradas.

Diversos aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o podrían aclararse a partir de la descripción, o podrían aprenderse a través de la práctica de la invención.

Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se definen por las reivindicaciones adjuntas.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención llegarán a comprenderse mejor con referencia a la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, ilustran las realizaciones y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de un sistema de engranajes planetarios de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 3 es una vista en perspectiva de un engranaje planetario que tiene unos elementos resilientes dispuestos en el mismo de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 4 es una vista en perspectiva de un engranaje planetario que tiene unos elementos resilientes dispuestos en el mismo de acuerdo con otra realización de la presente divulgación; y

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un engranaje planetario que tiene unos elementos resilientes dispuestos en el mismo de acuerdo con otra realización de la presente divulgación.

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que pueden hacerse diversas modificaciones y variaciones en la

presente invención sin alejarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden usarse con otra realización para producir aún más realizaciones. Por lo tanto, se pretende que la presente invención incluya tales modificaciones y variaciones que entran en el alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

5 La Figura 1 ilustra una turbina 10 eólica de construcción convencional. La turbina 10 eólica incluye una torre 12 con una góndola 14 montada en la misma. Una pluralidad de palas 16 de rotor están montadas en un buje 18 de rotor que, a su vez, está conectado a una brida principal que hace girar un eje de rotor principal, como se trata a continuación. Los componentes de generación y de control de energía de turbina eólica están alojados dentro de la góndola 14. La vista de la Figura 1 se proporciona con fines ilustrativos solo para colocar la presente invención en un campo de uso ejemplar. Debe apreciarse que la invención no se limita a ningún tipo específico de configuración de turbina eólica.

10 La Figura 2 ilustra una realización de un sistema 20 de engranajes planetarios de acuerdo con la presente divulgación. El sistema 20 puede, por ejemplo, alojarse en la góndola 14. Un eje de entrada (no mostrado) puede proporcionar una carga de entrada al sistema 20. En las realizaciones en las que el sistema 20 está incluido en una turbina 10 eólica, el sistema 20 puede proporcionar una carga de salida a un generador (no mostrado), como se conoce, en general, en la técnica. Por lo tanto, durante la operación, la carga de entrada a una velocidad rotatoria de entrada se transmite a través del sistema 20 de engranajes planetarios y se proporciona como carga de salida a una velocidad rotatoria de salida al generador.

15 Durante la operación, el eje de entrada puede someterse a una diversidad de cargas. Por ejemplo, el eje de entrada puede experimentar cargas de flexión durante la operación. El sistema 20 de engranajes planetarios de la presente divulgación, como se trata a continuación, incluye de manera ventajosa características de distribución de cargas mejoradas. Estas características de distribución de cargas pueden reducir o evitar que los diversos componentes del sistema de engranajes planetarios experimenten un aumento de la carga debido a la desalineación provocada por la transmisión de las cargas de flexión u otras cargas a los mismos. Además, estas características de distribución de cargas pueden reducir o evitar que los diversos componentes del sistema de engranajes planetarios experimenten un aumento de la carga debido a la desalineación provocada por las tolerancias de fabricación y de diseño. Al reducir o evitar tal aumento de la carga de los diversos componentes del sistema 20, tales como los diversos engranajes, las características de distribución de cargas mejoradas pueden aumentar la vida útil del sistema 20 y, en algunas realizaciones, de una turbina 10 eólica en la que se incorpora el sistema 20.

20 En las realizaciones ejemplares, el sistema 20 de engranajes planetarios es un sistema 20 de engranajes planetarios de una sola etapa. Por lo tanto, la velocidad rotatoria de entrada puede convertirse en la velocidad rotatoria de salida a través de una sola etapa de diversos engranajes de acoplamiento, como se trata a continuación. Sin embargo, como alternativa, el sistema 20 de engranajes planetarios puede ser un sistema 20 de engranajes planetarios de múltiples etapas, y la velocidad rotatoria de entrada puede convertirse en la velocidad rotatoria de salida a través de múltiples etapas de diversos engranajes de acoplamiento.

25 El sistema 20 de engranajes planetarios incluye un soporte 24 y una pluralidad de engranajes. Por ejemplo, el sistema 20 de engranajes planetarios, como se muestra en las realizaciones ejemplares, incluye un engranaje 26 anular, uno o más engranajes 28 planetarios, y un engranaje 30 central. El sistema 20 puede incluir uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, o más engranajes 28 planetarios. Cada uno de los engranajes 26, 28, 30 incluye una pluralidad de dientes. Por ejemplo, el engranaje 26 anular incluye los dientes 32, cada engranaje 28 planetario incluye los dientes 34, y cada engranaje 30 central incluye los dientes 36. Los dientes 32, 34, y 36 se dimensionan y se conforman para engranarse entre sí de tal manera que los diversos engranajes 26, 28, 30 se engranan entre sí. Por ejemplo, tanto el engranaje 26 anular como el engranaje 30 central pueden engranarse con los engranajes 28 planetarios.

30 En algunas realizaciones, el soporte 24 puede ser estacionario. En estas realizaciones, el eje de entrada puede acoplarse al engranaje 26 anular, y las cargas de entrada en el eje de entrada pueden transmitirse a través del engranaje 26 anular a los engranajes 28 planetarios. Por lo tanto, el engranaje 26 anular puede accionar el sistema 20. En otras realizaciones, el engranaje 26 anular puede ser estacionario. En estas realizaciones, el eje de entrada puede acoplarse al soporte 24, y las cargas de entrada en el eje de entrada pueden transmitirse a través del soporte 24 a los engranajes 28 planetarios. Por lo tanto, el soporte 24 puede accionar el sistema 20. En otras realizaciones más, cualquier otro componente adecuado, tal como un engranaje 28 planetario o un engranaje 30 central, puede accionar el sistema 20.

35 En las realizaciones ejemplares, el engranaje 30 central define un eje 40 central y, por lo tanto, rota alrededor de este eje 40 central. El engranaje 26 anular puede rodear al menos parcialmente el engranaje 30 central, y colocarse a lo largo del eje 40 central. Por ejemplo, el engranaje 26 anular puede alinearse con el engranaje 30 central a lo largo del eje 40 central, o puede desviarse del engranaje 30 central a lo largo del eje 40. Por lo tanto, el engranaje 26 anular puede (si es rotatorio) rotar alrededor del eje 40 central.

Cada uno de los engranajes 28 planetarios puede disponerse entre el engranaje 30 central y el engranaje 26 anular, y puede engranarse tanto con el engranaje 30 central como con el engranaje 26 anular. Por ejemplo, los dientes 32,

34, y 36 pueden engranarse entre sí, como se ha tratado anteriormente. Además, como se muestra, cada uno de los engranajes 28 planetarios puede definir un eje 42 planetario central. Por lo tanto, cada engranaje 28 planetario puede rotar alrededor de su eje 42 planetario central. Además, los engranajes 28 planetarios y los ejes 42 planetarios centrales de los mismos pueden rotar alrededor del eje 40 central.

5 El soporte 24 puede disponerse adyacente a los engranajes 28 planetarios y, además, puede colocarse a lo largo del eje 40 central. El soporte 24 puede incluir una primera placa 44 de soporte y, en algunas realizaciones, una segunda placa de soporte (no mostrada). En las realizaciones en las que el soporte 24 incluye tanto una primera placa 44 de soporte como una segunda placa de soporte, los engranajes 28 planetarios pueden disponerse entre las mismas.

10 Cada engranaje 28 planetario de acuerdo con la presente divulgación puede acoplarse al soporte 24. Por ejemplo, un perno 50 puede extenderse a través de al menos una parte del soporte 24 y el engranaje 28 planetario para acoplar entre sí el engranaje 28 planetario y el soporte 24. El perno 50 puede extenderse y colocarse a lo largo del eje 42 planetario central, de tal manera que el engranaje 28 planetario puede rotar alrededor del perno 50.

15 En las realizaciones ejemplares, un perno 50 de acuerdo con la presente divulgación puede montarse de manera fija en el soporte 24. Por ejemplo, el perno 50 puede ajustarse a presión en el soporte 24, o puede fijarse con un elemento de sujeción adhesivo o mecánico, o puede montarse de manera fija de otro modo en el mismo. Como alternativa, sin embargo, un perno 50 puede montarse de manera móvil en el soporte 24, de tal manera que el perno 50 puede rotar con respecto al soporte 24.

20 En algunas realizaciones, solo se soporta un extremo del perno 50. Por ejemplo, un extremo del perno 50 puede extenderse a través y, por lo tanto, soportarse por la primera placa 44 de soporte, mientras que el otro extremo no se extiende a través y no se soporta por la segunda placa de soporte, o viceversa. En realizaciones alternativas, sin embargo, ambos extremos pueden soportarse, tal como por la primera placa 44 de soporte y la segunda placa de soporte.

25 Un cojinete 60 puede disponerse entre cada engranaje 28 planetario y asociarse al perno 50. El cojinete 60 puede permitir que el engranaje 28 planetario rote con respecto al perno 50. Cada cojinete 60 puede incluir una pluralidad de elementos 62 de rodadura, que pueden disponerse en una o más agrupaciones anulares alrededor del perno 50. Además, cada uno de los elementos 62 de rodadura puede ponerse en contacto con un anillo 70 de rodadura interno y un anillo 72 de rodadura externo. Por ejemplo, el anillo 70 de rodadura interno incluye una superficie 74 externa, y el anillo 72 de rodadura externo incluye una superficie 76 interna. Estas superficies respectivas contactan con los  
30 elementos 62 de rodadura y permiten que los elementos 62 de rodadura roten en las mismas, permitiendo de este modo que el engranaje 28 planetario rote con respecto al perno 50.

35 Como se muestra en las Figuras 3 a 5, puede disponerse una pluralidad de elementos 80 resilientes entre un engranaje 28 planetario y el perno 50 de acuerdo con la presente divulgación. Los elementos 80 resilientes pueden proporcionar de manera ventajosa características de distribución de cargas mejoradas al sistema 20 de engranajes planetarios. Por ejemplo, un elemento 80 resiliente de acuerdo con la presente divulgación permite que un engranaje 28 planetario se mueva de manera radial y tangencial con respecto a su perno 50 asociado durante la operación del sistema 20. En otras palabras, un elemento 80 resiliente permite que un engranaje 28 planetario se mueva fuera de alineación con el eje 42 planetario central definido por dicho engranaje 28 planetario. Tal movimiento y distensibilidad pueden permitir que los diversos engranajes del sistema 20 mantengan una alineación correcta entre sí durante la operación, a pesar de las tolerancias de fabricación y de diseño de los diversos engranajes y a pesar de la carga del sistema 20.

45 Por lo tanto, los elementos 80 resilientes de acuerdo con la presente divulgación pueden reducir o evitar que los diversos componentes, tales como los engranajes 28 planetarios, del sistema 20 de engranajes planetarios, experimenten un aumento de carga debido a la desalineación provocada por la transmisión de las cargas de flexión u otras cargas a los mismos. Además, los elementos 80 resilientes pueden reducir o evitar que los diversos componentes, tales como los engranajes 28 planetarios, del sistema 20 de engranajes planetarios, experimenten un aumento de carga provocado por las tolerancias de fabricación y de diseño. Por ejemplo, la distensibilidad que se trata en el presente documento permite que los ejes 42 planetarios centrales se mantengan, en general, paralelos durante la operación a pesar de dicha carga. Además, los elementos 80 resilientes pueden permitir que se reduzcan  
50 los factores de seguridad contra la desalineación y/o el aumento de carga, disminuyendo de este modo la masa, así como los costes de producción de los diversos componentes, tales como los engranajes 28 planetarios, del sistema 20 de engranajes planetarios.

55 En algunas realizaciones, los elementos 80 resilientes pueden disponerse entre el anillo 70 de rodadura interno y el perno 50, como se muestra en las Figuras 3 y 5. En estas realizaciones, el cojinete 60 puede disponerse radialmente hacia el exterior de los elementos 80 resilientes. En otras realizaciones, los elementos 80 resilientes pueden disponerse entre el anillo 72 de rodadura externo y el engranaje 28 planetario, como se muestra en la Figura 4. En estas realizaciones, el cojinete 60 puede disponerse radialmente hacia el interior de los elementos 80 resilientes.

5 En algunas realizaciones, el anillo 70 de rodadura interno y/o el anillo 72 de rodadura externo pueden ser integrales con otros diversos componentes. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3 y 5, el anillo 72 de rodadura externo puede ser integral con el engranaje 28 planetario, mientras que el anillo 70 de rodadura interno es un componente separado dispuesto entre los elementos 80 resilientes y el cojinete 60. Por lo tanto, la superficie 76 interna puede ser la superficie interna del engranaje 28 planetario. Como se muestra en la Figura 4, el anillo 70 de rodadura interno puede ser integral con el perno 50, mientras que el anillo 72 de rodadura externo es un componente separado dispuesto entre los elementos 80 resilientes y el cojinete 60. Por lo tanto, la superficie 74 externa puede ser la superficie externa del perno 28.

10 Como se muestra, en las realizaciones ejemplares, puede disponerse una pluralidad de elementos 80 resilientes en una o más agrupaciones anulares entre un perno 50 y el engranaje 28 planetario. Por ejemplo, pueden disponerse los elementos 80 resilientes en una o más agrupaciones anulares alrededor del perno 50, tal como alrededor del eje 42 planetario central. Además, en algunas realizaciones, cada uno de los elementos 80 resilientes puede separarse de los otros elementos 80 resilientes en una agrupación anular, o uno o más de los elementos 80 resilientes pueden conectarse a uno o más elementos 80 resilientes adyacentes de manera anular. Las Figuras 3 y 4 ilustran unos elementos 80 resilientes separados dispuestos en una agrupación anular, mientras que la Figura 5 ilustra unos elementos 80 resilientes conectados adyacentes en una agrupación anular.

15 El elemento 80 resiliente puede ser un resorte, tal como un resorte de compresión. Sin embargo, el elemento 80 resiliente puede ser una lámina resiliente plegada sobre sí misma, un anillo resiliente, o cualquier dispositivo o componente adecuado que proporcione propiedades elásticas que permitan el movimiento de un engranaje 28 planetario con respecto a un perno 50 como se ha tratado anteriormente.

20 En las realizaciones, como se muestra en las Figuras 3 y 4, un elemento 80 resiliente tiene un perfil transversal generalmente en forma de O. En otros ejemplos no reivindicados, un elemento 80 resiliente puede tener un perfil transversal en forma de S, como se muestra en la Figura 5, o un perfil transversal en forma de Z, o cualquier otro perfil transversal adecuado.

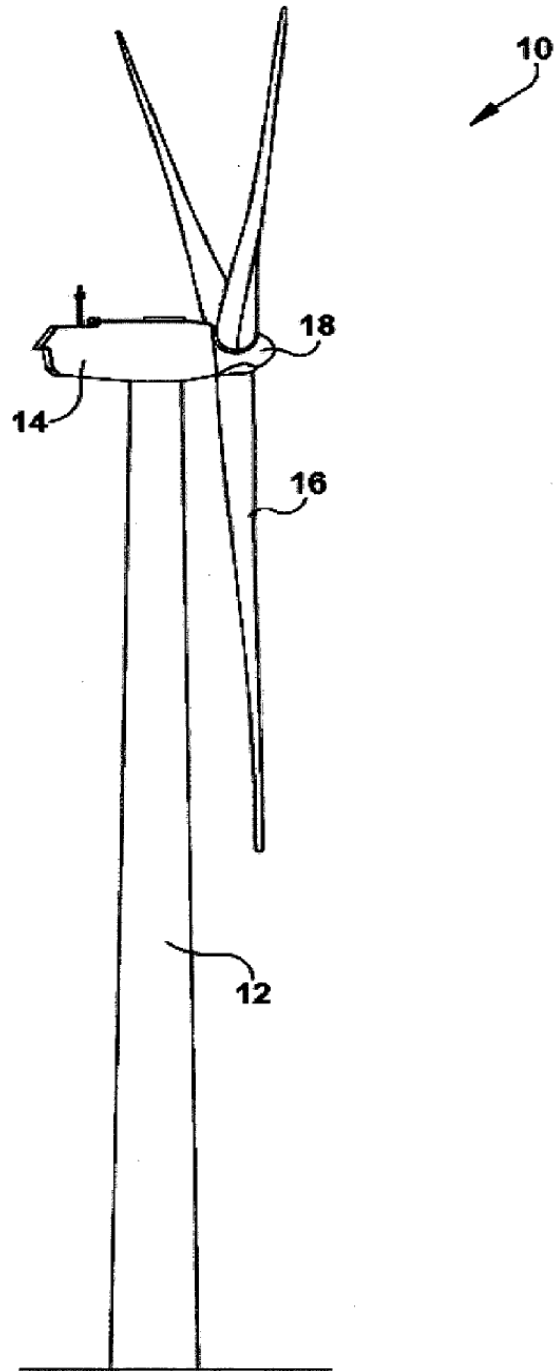
25 Además, debe entenderse que un elemento 80 resiliente de acuerdo con la presente divulgación puede formarse a partir de cualquier material adecuado que pueda proporcionar propiedades elásticas como se ha tratado anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un elemento 80 resiliente puede formarse a partir de un metal o una aleación metálica, tal como una aleación de acero. En otras realizaciones, un elemento 80 resiliente puede formarse a partir de un polímero adecuado, tal como un termoplástico o un termoestable adecuado.

30 Esta descripción escrita usa ejemplos para desvelar la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El ámbito patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Se pretende que tales otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no sustanciales con respecto al lenguaje literal de las reivindicaciones.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (20) de engranajes planetarios que comprende:
- un soporte (24);
  - un engranaje (28) planetario que define un eje (42) planetario central;
  - 5 un perno (50) que acopla el engranaje (28) planetario al soporte (24);
  - un cojinete (60) dispuesto entre el engranaje (28) planetario y el perno (50), comprendiendo el cojinete (60) una pluralidad de elementos (62) de rodadura, estando cada uno de los elementos (62) de rodadura en contacto con un anillo (70) de rodadura interno y un anillo (72) de rodadura externo; y caracterizado por:
- 10 una pluralidad de elementos (80) resilientes dispuestos entre uno de entre el anillo (70) de rodadura interno y el perno (50) o el anillo (72) de rodadura externo y el engranaje (28) planetario, en el que los elementos (80) resilientes tienen un perfil en sección transversal en forma de O en un plano perpendicular al eje (42) central y están dispuestos en una agrupación anular alrededor del eje (42) planetario central, y en el que cada uno de la pluralidad de elementos (80) resilientes está conectado a uno adyacente de manera anular de uno de la pluralidad de elementos (80) resilientes.
- 15 2. El sistema (20) de engranajes planetarios de la reivindicación 1, en el que los elementos (80) resilientes son resortes.
3. El sistema (20) de engranajes planetarios de cualquier reivindicación anterior, en el que los elementos (80) resilientes están dispuestos entre el anillo (70) de rodadura interno y el perno (50).
- 20 4. El sistema (20) de engranajes planetarios de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que los elementos (80) resilientes están dispuestos entre el anillo (72) de rodadura externo y el engranaje (28) planetario.
5. El sistema (20) de engranajes planetarios de la reivindicación 3, en el que el anillo (72) de rodadura externo es integral con el engranaje (28) planetario.
6. El sistema (20) de engranajes planetarios de la reivindicación 4, en el que el anillo (70) de rodadura interno es integral con el perno (50).
- 25 7. El sistema (20) de engranajes planetarios de cualquier reivindicación anterior, en el que los elementos (80) resilientes están formados a partir de un metal o una aleación metálica.
8. El sistema (20) de engranajes planetarios de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los elementos (80) resilientes están formados a partir de un polímero.
9. Una turbina (10) eólica, que comprende:
- 30 una torre (12);  
una góndola (14) montada en la torre (12); y  
un sistema (20) de engranajes planetarios como se define en cualquier reivindicación anterior alojado en la góndola (14).



**FIG. -1-**

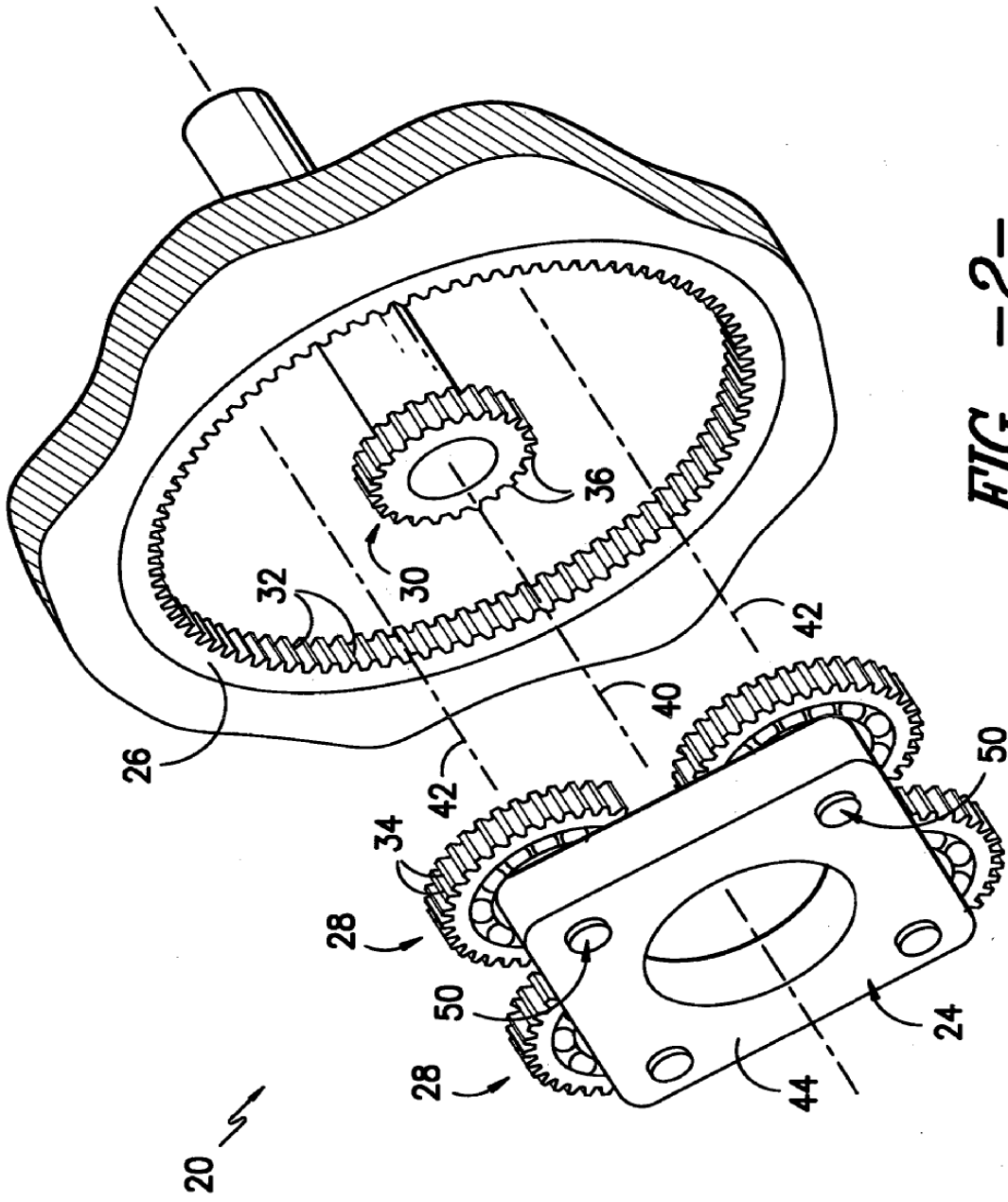
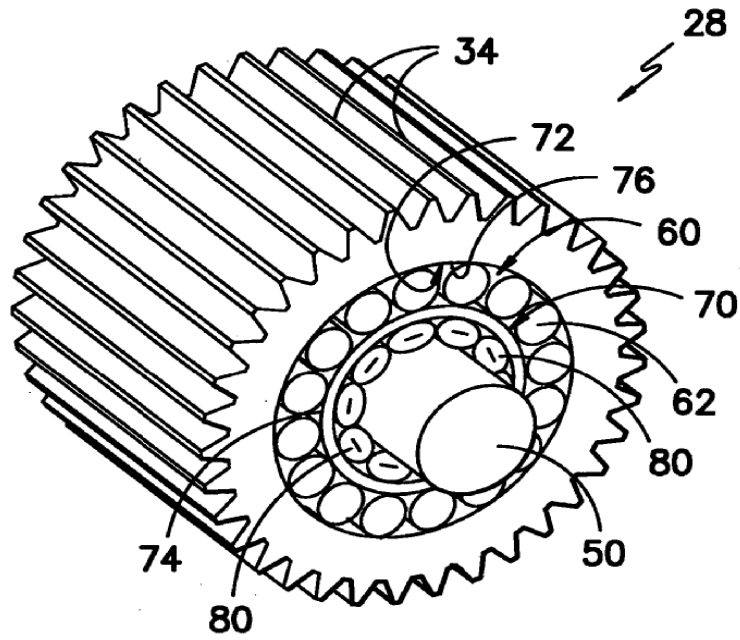
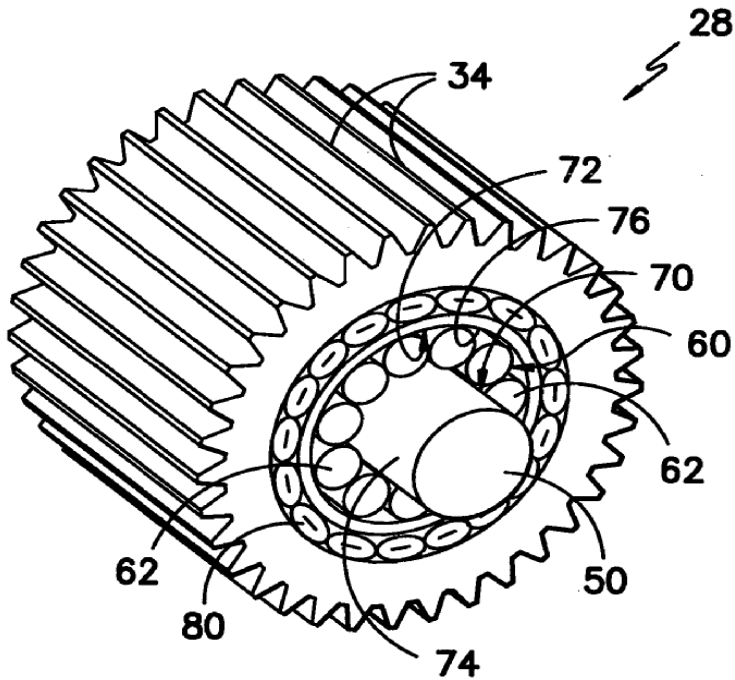


FIG. -2-





**FIG. -3-**



**FIG. -4-**

