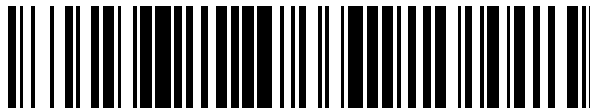


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 408**

51 Int. Cl.:  
**F03D 11/02** (2006.01)  
**F16H 1/28** (2006.01)  
**F16H 37/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09792396 .5**  
96 Fecha de presentación: **10.09.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2331813**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2011**

54 Título: **Tren transmisor de potencia para turbina eólica**

30 Prioridad:  
**10.09.2008 US 95816 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.10.2012**

73 Titular/es:  
**The Timken Company**  
**1835 Dueber Avenue S.W.**  
**Canton, OH 44706-0930, US**

72 Inventor/es:  
**FOX, Gerald, P.**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 388 408 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

Tren transmisor de potencia para turbina eólica

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención versa, en general, acerca de sistemas de trenes transmisores de potencia, tales como los utilizados en turbinas eólicas, y especialmente acerca de un sistema mejorado de tren transmisor de potencia de turbina eólica configurado con un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas que incorpora un sistema de ejes flexibles y portador cerrado en una etapa de par elevado junto con un sistema de ejes flexibles y portador abierto en una etapa de par reducido.

10 Las arquitecturas de sistemas de turbinas eólicas actualmente en desarrollo están dirigidas a producir máquinas livianas (de masa reducida, de bajo coste) y fiables. Una solución que está siendo seguida es una turbina eólica híbrida que incorpora una combinación de un tren transmisor simplificado de potencia (comúnmente un sistema de engranajes planetarios de una única etapa) y un generador de velocidad media. Para reducir adicionalmente la masa giratoria de esta configuración, se puede utilizar una mayor relación en el sistema de engranajes planetarios, lo que permite un generador de tamaño reducido que funciona más rápido para sustituir el generador de velocidad media.

15 En otras palabras, si la turbina eólica gira a una velocidad dada de "a" rpm, y si la relación del sistema de engranajes planetarios es "b", el generador asociado girará a una velocidad de  $(a \times b)$  rpm. Cuanto mayor sea la relación "b", más rápido girará el generador. Como norma general, un generador más pequeño que gira más rápido tendrá una masa menor y un coste menor, lo que da lugar de esta manera a un diseño más liviano del sistema. Por lo tanto, en la industria existe la necesidad de aumentar la relación multiplicadora "b" para el sistema de engranajes planetarios en un espacio tan pequeño como sea posible, y con una masa tan pequeña como sea posible.

20 Los sistemas de engranajes planetarios, tales como los mostrados en las Figuras 1 A y 1 B comprenden normalmente de un engranaje planetario en el centro, engranajes planetarios orbitantes (normalmente, pero no siempre, tres en número, como se muestra en la Figura 1 A) engranados con el engranaje central, un portador planetario giratorio (coaxial con el engranaje central) que es un miembro estructural que mantiene los engranajes planetarios en una posición relativamente fija, y un engranaje anular que también es coaxial con el engranaje central que rodea y engrana con los engranajes planetarios orbitantes.

25 En los documentos DE 3701729 A1 y AT403310 B se divulgan ejemplos de dos sistemas de engranajes planetarios de dos etapas.

30 Tradicionalmente, cada uno de los engranajes planetarios está soportado axialmente por una o más filas de rodamientos planetarios que, a su vez, están soportados sobre un eje no giratorio, pero orbitante, que está fijado en cada extremo a una pared de un portador planetario cerrado (es decir, un portador que tiene dos paredes dispuestas en lados opuestos de los engranajes planetarios). Esta disposición divide en teoría el par de entrada a lo largo de un número de pistas de carga idénticas correspondientes al número de engranajes planetarios, y al hacerlo, reduce la magnitud de las fuerzas de engranaje que actúan en cada dentado de engranaje entre el engranaje central, los engranajes planetarios, y el engranaje anular a un número correspondientemente menor.

35 Los engranajes en un sistema de engranajes planetarios están diseñados normalmente como engranajes de dientes rectos, engranajes de dentado helicoidal, o como engranajes de dentado helicoidal doble. Con independencia de qué diseño de engranaje se utilice, pueden surgir dos problemas habituales. El primero es que las tolerancias de mecanización crean necesariamente una variación en las holguras entre todos los dentados de engranaje. Esto significa que según se aplica torsión en el sistema de engranajes, el dentado de engranaje con la menor holgura comenzará a soportar la carga por sí mismo, hasta que este dentado de engranaje se desvíe lo suficiente, de forma que el dentado de engranaje con la siguiente holgura menor comienza a soportar una porción de la carga. Este fenómeno de desplazamiento de la carga proseguirá hasta que toda la carga esté soportada completamente por varios de los dentados de engranaje. En otras palabras, algunos dentados de engranaje soportarán más carga que otros. Existen medios para introducir flexibilidad en los dentados de engranaje para restablecer el equilibrio de cargas en los dentados de engranaje, uno de los cuales es el uso de un engranaje flotante central en un sistema de tres engranajes planetarios.

40 El segundo inconveniente de un sistema convencional de engranajes planetarios que emplean un portador planetario cerrado que tiene dos paredes opuestas conectadas por cintas es que la torsión aplicada torsiona el portador planetario cerrado, haciendo avanzar rotacionalmente una pared del portador planetario que porta un extremo de los ejes planetarios por delante de la pared opuesta del portador planetario que porta los extremos opuestos de los ejes planetarios. Este avance rotacional desalinea los engranajes planetarios con su engranaje central y su engranaje anular coincidentes, lo que tiene como resultado un mayor desgaste y mayores fuerzas de rozamiento en los dentados de engranaje. Además, los rodamientos de soporte de los engranajes planetarios están sometidos a la misma cantidad de desalineación.

55

Cuando se utiliza en aplicaciones de turbinas eólicas, las configuraciones del sistema de engranajes planetarios consisten a menudo en una de varias configuraciones comunes descritas a continuación y mostradas en las figuras asociadas:

- 5 A. – un sistema epicíclico convencional de tres planetas y portador cerrado con una relación multiplicadora igual a aproximadamente 10:1, como se ejemplifica por medio de la Figura 1A de la técnica anterior;
- B. – un sistema epicíclico convencional de cuatro planetas y portador cerrado con una relación multiplicadora igual a aproximadamente 8:1, como se ejemplifica por medio de la Figura 1B de la técnica anterior;
- 10 C. – un sistema de engranajes planetarios compuestos con una relación multiplicadora igual a aproximadamente 14:1, como se ejemplifica por medio de la Figura 1C de la técnica anterior;
- D. – un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas que utiliza conjuntos de engranajes planetarios de portador abierto con ejes flexibles tanto en una etapa de par reducido, como en una etapa de par elevado, como se ejemplifica por medio de la Figura 1D de la técnica anterior; y
- 15 E. – un sistema que es similar a "D", pero que emplea conjuntos de engranajes planetarios de portador cerrado en etapas tanto de par reducido como de par elevado, como se ejemplifica por medio de la Figura 1E de la técnica anterior.

En consecuencia, sería ventajoso proporcionar un tren transmisor de potencia accionado por engranajes para ser utilizado en aplicaciones de transmisión de potencia, tales como una aplicación de turbina eólica, que está configurado para maximizar la relación multiplicadora efectiva entre un árbol de entrada y un árbol de salida en un espacio limitado, lo que permite el uso de generadores eléctricos de masa más ligera y que se reduzcan los costes totales del sistema.

**Breve resumen de la invención**

De forma breve, la presente divulgación proporciona un tren transmisor de potencia accionado por engranajes para ser utilizado en un sistema de transmisión de potencia para maximizar una relación multiplicadora entre un árbol giratorio de entrada y un árbol giratorio de salida en un espacio radial limitado que está definido por el tamaño del engranaje anular del sistema de engranajes planetarios. El tren transmisor de potencia está configurado como un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas con un sistema de engranajes planetarios de ejes flexibles y portador en una etapa de par elevado, y con un sistema de engranajes planetarios de ejes flexibles y portador abierto en una etapa de par reducido.

En una realización, el tren transmisor de potencia accionado por engranajes de la presente divulgación está adaptado para ser aplicado en un sistema de transmisión de potencia de una turbina eólica, entre un árbol de entrada engranado a una turbina giratoria, y un eje de salida acoplado a un generador eléctrico. El tren transmisor de potencia accionado por engranajes está configurado, además, para proporcionar una relación multiplicadora de aproximadamente 30:1.

Las anteriores características, y ventajas definidas en la presente divulgación al igual que las realizaciones preferentes en la actualidad serán más evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción en conexión con los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos**

En los dibujos adjuntos que forman parte de la memoria:

40 La Figura 1A es una representación de un sistema de engranajes planetarios epicíclicos de tres planetas de portador cerrado de la técnica anterior;

la Figura 1B es una representación de un sistema de engranajes planetarios epicíclicos de cuatro planetas y portador cerrado de la técnica anterior;

la Figura 1C es una representación de un sistema de engranajes planetarios compuestos de la técnica anterior;

45 la Figura 1D es una representación de un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas de la técnica anterior que utiliza un conjunto de engranajes planetarios de portador abierto con tecnología de ejes flexibles tanto en una etapa de par reducido como en una etapa de par elevado;

la Figura 1E es una representación de un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas de la técnica anterior que utiliza un conjunto de engranajes planetarios de portador cerrado tanto en una etapa de par reducido como en una etapa de par elevado;

50 la Figura 2 es una representación de un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas según una realización preferente de la presente invención que incorpora un conjunto de engranajes planetarios de portador cerrado en una etapa de par elevado, y un conjunto de engranajes planetarios de portador abierto con ejes flexibles en una etapa de par reducido;

la Figura 3 es una ilustración cortada parcialmente del sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas de la Fig. 2; y

la Figura 4 es una representación de un sistema de engranajes según una realización preferente de la presente invención acoplado a un generador eléctrico soportado sobre la pared del portador del sistema de engranajes.

5 Los números de referencia correspondientes indican piezas correspondientes en todas las diversas figuras de los dibujos. Se debe comprender que los dibujos son para ilustrar los conceptos definidos en la presente divulgación y no están a escala.

10 Antes de que se explique con detalle cualquier relación de la invención, se debe comprender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes definidos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos.

**Descripción detallada**

15 La siguiente descripción detallada ilustra la invención a modo de ejemplo y no a modo de limitación. La descripción permite que un experto en la técnica realice y utilice la presente divulgación, y describe varias realizaciones, adaptaciones, variaciones, alternativas, y usos de la presente invención, incluyendo lo que se cree en la actualidad que es el mejor modo de llevar a cabo la presente invención.

20 A continuación se describe un tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación fundamentalmente en conexión con las ilustraciones mostradas en las Figuras 2 y 3. El tren transmisor 100 de potencia es un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas que utiliza un sistema de ejes flexibles y portador cerrado en una etapa de par elevado (Etapa 1), y un sistema de ejes flexibles y portador abierto en una etapa de par reducido (Etapa 2) para conseguir una relación multiplicadora seleccionada entre el eje de entrada (ENTRADA) y el eje de salida (SALIDA).

25 La etapa de par elevado (Etapa 1) incorpora dos conjuntos adyacentes 102 de engranajes planetarios 104 de gran diámetro montados en ejes flexibles 105 y accionados por el par de entrada recibido a través de un engranaje anular común 103 engranado con el árbol de entrada (ENTRADA). Cada uno de los engranajes planetarios 104 está engranado con un engranaje central común 106 de menor diámetro engranado con un engranaje anular 113 de la etapa de par reducido (Etapa 2), y está contenido en el interior de un portador cerrado 108 que tiene dos paredes, cada una de ellas dispuesta hacia fuera desde los conjuntos 102 de los engranajes planetarios. Cada uno de los ejes flexibles 105 de un conjunto adyacente 102 están soportados en un extremo en una configuración en voladizo hacia dentro desde una primera pared común del portador cerrado 108, y cada uno soporta un engranaje planetario 104 para girar en torno a un eje. Cada uno de los ejes flexibles 105 del segundo conjunto adyacente 102 está soportado de forma similar desde la pared común opuesta del portador cerrado 108, y cada uno soporta un engranaje planetario 104 del segundo conjunto para girar en torno a un eje. El eje geométrico de los ejes flexibles 105 del primer conjunto puede alinearse, o no, con el eje geométrico de los ejes flexibles 105 del segundo conjunto 102 dentro del volumen del portador cerrado 108. Durante la operación, los ejes flexibles 105 de cada conjunto 102 están mantenidos en torno al eje giratorio del engranaje central 106 por el portador cerrado 108 conectado a tierra, mientras que los engranajes planetarios soportados 104 son accionados rotacionalmente de forma individual en torno a cada eje flexible 105 por el par de entrada del engranaje anular común 103. La configuración en voladizo de los ejes flexibles 105, y de sus monturas, permite el alineamiento axial de cada uno de los engranajes planetarios 104 para ajustarse automáticamente para acomodar el transporte de cargas sin el agarrotamiento o la deformación de las paredes del portador cerrado 108. Se pueden encontrar diseños ejemplares de ejes flexibles 105 en la publicación de solicitud de patente U.S. nº 2008-0194378 A1 de Fox.

35 En la etapa de par reducido (Etapa 2), un sistema de ejes flexibles y portador abierto emplea bien engranajes planetarios helicoidales o bien de dientes rectos 110 montados sobre ejes flexibles 105 soportados en voladizo en un extremo por una única pared extrema de un portador abierto 112 que únicamente tiene una pared extrema. Los engranajes planetarios 110 están engranados con un engranaje central 109 engranado con el árbol de salida (SALIDA) y con un engranaje anular común 113 engranado directamente con el engranaje central 106, y accionado por el mismo, de la etapa de par elevado (Etapa 1). Sin embargo, como puede verse mejor en la Figura 3, se prefieren engranajes helicoidales dado que la velocidad rotacional de los engranajes planetarios 110 y del engranaje central 109 en la Etapa 2 es más rápida que las de la Etapa 1, lo que aumenta el potencial de generar ruido de engranajes. Los engranajes helicoidales pueden estar diseñados para operar silenciosamente para reducir el nivel de ruido total de la caja de engranajes.

40 Con cada portador 108 y 112, el diseño de los ejes flexibles, junto con las paredes del portador desde las que están en voladizo para soportar los engranajes planetarios asociados 104, 110, garantiza una flexibilidad suficiente para mejorar el equilibrio de las cargas entre los engranajes planetarios 104, 110 en respuesta a cargas aplicadas, y para proporcionar un patrón de flexión que mantenga un alineamiento óptimo de dentado de engranaje entre los engranajes planetarios 104, 110, los engranajes centrales 106, 109, y el engranaje anular 103 en todo un intervalo de carga.

A diferencia de las configuraciones convencionales del sistema de engranajes descritas anteriormente, el tren transmisor de potencia de la presente revelación ofrece varias ventajas. Los sistemas convencionales planetarios de portador cerrado, como se muestra en la Fig. 1E, contienen engranajes secundarios libres (ejes) planetarios montados entre dos soportes soportados en cada extremo axial por las paredes opuestas del portador planetario, con los engranajes planetarios dispuestos en un punto medio longitudinal a lo largo del eje geométrico de los ejes. En cambio, la configuración de ejes flexibles compatibles utilizada en el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación facilita la flexión de los ejes flexibles 105 en una dirección circunferencial para facilitar el equilibrio de cargas en los engranajes. Además, a diferencia de portadores cerrados convencionales que experimentan un enrollamiento torsional entre las paredes opuestas bajo carga que puede desalinearse los engranajes secundarios libres (ejes) planetarios montados entre dos soportes, los ejes flexibles compatibles 105 de la presente divulgación se flexionarán en todos los niveles de carga de forma que no se induzca la desalineación a lo largo de las caras de los engranajes. Estas características aumentan la fiabilidad del sistema 100 de tren transmisor de potencia y permiten una reducción del tamaño y de la masa de los engranajes.

El tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación consigue, además, relaciones multiplicadoras grandes con respecto a configuraciones convencionales de trenes transmisores de potencia descritas anteriormente en la misma área espacial. Por ejemplo, cuando se compara con trenes transmisores de potencia que utilizan la configuración planetaria de una única etapa mostrada en la Fig. 1A, el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación añade el requerimiento de una segunda etapa, pero reduce el riesgo de desalineación de las caras de los engranajes, mejorando la fiabilidad, y consiguiendo una relación multiplicadora que es 3× mayor (30:10) para la misma área ocupada.

Cuando se compara el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación con un tren transmisor de potencia que utiliza la configuración de una única etapa ilustrada en la Figura 1 B, el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación añade el requerimiento de una segunda etapa, pero reduce la desalineación de las caras de los engranajes, mejorando la distribución de cargas entre los engranajes planetarios, mejora la fiabilidad, y consigue una relación multiplicadora que es aproximadamente 3,5× mayor (30/8) para la misma área ocupada.

Cuando se compara el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación con el sistema planetario compuesto ilustrado en la Figura 1C, se ve que el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación utiliza un mayor número de engranajes, pero reduce la desalineación de las caras de los engranajes y mejora la distribución de cargas entre los engranajes planetarios 104, 110, mejorando la fiabilidad, y consigue una relación multiplicadora que es aproximadamente 2× mayor (30:14) para la misma área ocupada.

De forma similar, cuando se compara el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación con el sistema planetario compuesto en dos piezas ilustrado en la Figura 1 D que contiene ejes flexibles en ambas etapas del conjunto, para un tamaño dado de engranaje anular en la Etapa 1 de par elevado, se sustituye el portador abierto que contiene un gran engranaje central y un engranaje planetario de ejes flexibles de menor diámetro con el sistema de portador cerrado de la Etapa 1 que contiene los dos conjuntos 102 de engranajes planetarios 104 de ejes flexibles de mayor diámetro acoplados con un engranaje central 106 de pequeño diámetro para aumentar la relación multiplicadora en la etapa de par elevado un 50%, es decir, desde aproximadamente 20:1 hasta 30:1, para un aumento de 1,5:1 en la misma área ocupada.

Con el tren transmisor 100 de potencia de la presente divulgación, como se ilustra en las Figuras 2 y 3, se puede aumentar la relación multiplicadora de una caja de engranajes de una turbina eólica en un espacio de potencia muy densa en un factor de 1,5 a 3,5 veces con respecto a las configuraciones convencionales de tren transmisor de potencia que ocupan el mismo volumen, lo que permite el uso de un generador eléctrico de menor diámetro para recibir la salida del tren transmisor 100 de potencia. Esta combinación reduce la masa en la parte superior de la torre, y proporciona oportunidades potenciales de reducción de las dimensiones de la estructura de soporte de la turbina eólica. Además, se puede conseguir una reducción potencial de las dimensiones del tren transmisor 100 de potencia de la turbina eólica si se controla la máxima carga de par al colocar un dispositivo limitador de par y de transferencia de par bien delante, o bien detrás, del tren transmisor 100 de potencia.

En la Figura 4 se muestra una configuración ejemplar del tren transmisor 100 de potencia, engranado con un generador eléctrico 200 de menor diámetro. El generador eléctrico 200 está montado en el árbol de salida SALIDA y es portado por un conjunto 202 de rodamientos soportado contra un diámetro externo de un árbol concéntrico 204 de mangueta que se extiende hacia fuera desde la pared del portador 108 conectado a tierra. Como se muestra en la Figura 4, el conjunto 202 de rodamientos consiste en dos filas de rodillos ahusados montados en una montura indirecta en torno al diámetro externo del árbol 204 de mangueta, con un rotor 206 del generador acoplado a un anillo de rodadura externo del conjunto de rodamientos. Sin embargo, se reconocerá que el conjunto 202 de rodamientos no está limitado a la configuración específica mostrada en la Figura 4, y que se pueden utilizar varias configuraciones distintas, incluyendo el uso de un elemento rodante cilíndrico o esférico. Preferentemente, el componente 206 de rotor del generador eléctrico está acoplado al árbol de salida SALIDA por medio de un acoplamiento limitador 208 de par, tal como un embrague o un plato de transmisión.

Dado que se podrían llevar a cabo diversos cambios en las anteriores construcciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones, se pretende que toda materia contenida en la anterior descripción o mostrada en los dibujos adjuntos sea interpretada como ilustrativa y no en un sentido limitante.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (100) de engranajes planetarios, que comprende:
  - un árbol de entrada (ENTRADA);
  - un árbol de salida (SALIDA);
  - 5 un sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas que incluye una etapa de par elevado (ETAPA 1) y una etapa de par reducido (ETAPA 2), estando configurado dicho sistema de engranajes planetarios compuestos en dos piezas para transferir par desde dicho árbol de entrada hasta dicho árbol de salida a través de dicha etapa de par elevado y dicha etapa de par reducido;
  - 10 en el que dicha etapa de par elevado está configurada como un sistema de engranajes planetarios de ejes flexibles y portador cerrado que incorpora dos conjuntos opuestos de engranajes planetarios (102) dispuestos en el interior de un portador cerrado (108) que tiene paredes extremas opuestas, consistiendo cada conjunto de engranajes planetarios en una pluralidad de engranajes planetarios (104) soportados por ejes flexibles (105) en voladizo que se extienden hacia dentro desde una pared extrema asociada de dicho portador cerrado, engranado cada uno de dichos engranajes planetarios con un engranaje anular común (103) engranado con dicho árbol de entrada y con un engranaje central común (106) engranado con un engranaje anular de dicha etapa de par reducido; y
  - 15 en el que dicha etapa de par reducido está configurada como un sistema de engranajes planetarios (112) de ejes flexibles y portador abierto.
2. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dicha etapa de par elevado (ETAPA 1) y dicha etapa de par reducido (ETAPA 2) están configuradas de forma cooperante para proporcionar una relación multiplicadora de hasta 30:1 entre dicho árbol de entrada (ENTRADA) y dicho árbol de salida (SALIDA).
3. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dicho sistema de engranajes planetarios está configurado, además, para ser utilizado en una aplicación de turbina eólica para maximizar una relación multiplicadora dentro de un espacio radial definido por un diámetro de un engranaje anular (103) asociado con dicho árbol de entrada (ENTRADA).
4. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que cada uno de dichos engranajes planetarios (104) en dicha etapa de par elevado (ETAPA 1) tiene un eje de rotación en torno a un eje flexible asociado (105), y en el que dicho eje de rotación asociado con los engranajes planetarios de un primero de dichos conjuntos adyacentes (102) de engranajes planetarios en el interior de dicho portador cerrado (108) está desplazado rotacionalmente en torno a un eje de dicho engranaje central común (106) desde dicho eje de rotación asociado con los engranajes planetarios de un segundo de dichos conjuntos adyacentes (102) de engranajes planetarios en el interior de dicho portador cerrado (108), por lo que los engranajes planetarios (104) de dicho primer conjunto adyacente (102) de engranajes planetarios engranan distintos dientes en dicho engranaje central común (106) y dicho engranaje anular común (103) de los engranajes planetarios (104) de dicho segundo conjunto adyacente (102) de engranajes planetarios.
5. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que cada uno de los conjuntos (102) de engranajes planetarios en dicha etapa de par elevado (ETAPA 1) consiste en al menos dos engranajes planetarios (104) separados de forma equidistante.
6. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dicha etapa de par reducido (ETAPA 2) incorpora una pluralidad de engranajes planetarios (110) separados de forma equidistante, cada uno soportado por un eje flexible asociado (105) en voladizo desde una única pared extrema de dicho portador abierto, engranado cada uno de dichos engranajes planetarios (110) con un engranaje central común (109) engranado con dicho árbol de salida (SALIDA) y con un engranaje anular común (113) engranado con dicha etapa de par elevado (ETAPA 1).
7. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dichos engranajes planetarios (110) de dicha etapa de par reducido (ETAPA 2) tienen una configuración de engranajes de dientes rectos.
8. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dichos engranajes planetarios (110) de dicha etapa de par reducido (ETAPA 2) tienen una configuración de engranajes de dentado helicoidal.
9. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, en el que dicho árbol de entrada (ENTRADA) está engranado con una turbina eólica para recibir un par de impulsión, y en el que dicho árbol de salida (SALIDA) está engranado con un generador eléctrico (200) para transmitir dicho par de impulsión desde dicha turbina eólica hasta dicho generador eléctrico.
10. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 1, adaptado para transferir un par de impulsión desde una turbina eólica hasta un generador eléctrico (200) en el interior de un volumen espacial compacto,

- en el que dicho árbol de entrada (ENTRADA) está engranado con dicho engranaje anular (103) de dicha etapa de par elevado (ETAPA 1), recibiendo dicho árbol de entrada un par de impulsión procedente de la turbina eólica;
- 5 en el que dicho árbol de salida (SALIDA) está engranado con un engranaje central (109) de dicha etapa de par reducido (ETAPA 2), suministrando dicho árbol de salida un par de impulsión al generador eléctrico (200);
- en el que dicha etapa de par elevado está configurada para recibir dicho par de impulsión procedente de dicho árbol de entrada y para acomodar cargas de par; en el que dicha etapa de par reducido está configurada para recibir dicho par de impulsión de dicha etapa de par elevado y para suministrar dicho par de impulsión a dicho árbol de salida; y
- 10 en el que dicha etapa de par elevado y dicha etapa de par reducido están configuradas de forma cooperante para proporcionar una relación multiplicadora seleccionada entre dicho árbol de entrada y dicho árbol de salida.
11. El sistema de engranajes planetarios de la Reivindicación 10, en el que dicho volumen espacial compacto está definido por una circunferencia externa de dicho engranaje anular (103) de la etapa de par elevado.





FIG. 1A  
TÉCNICA ANTERIOR



FIG. 1B  
TÉCNICA ANTERIOR

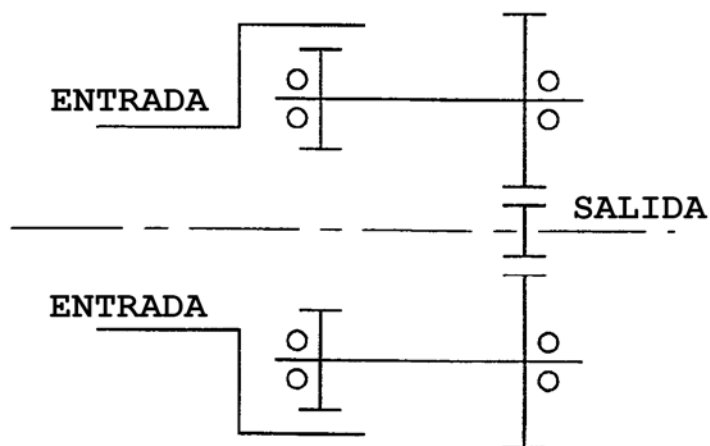


FIG. 1C  
TÉCNICA ANTERIOR

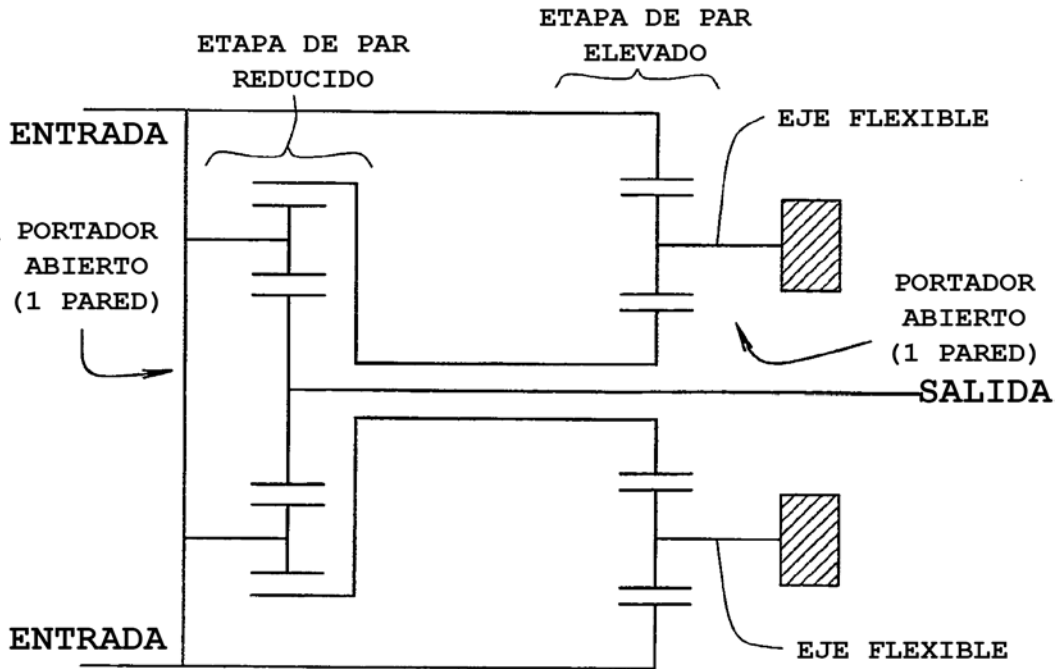


FIG. 1D  
TÉCNICA ANTERIOR

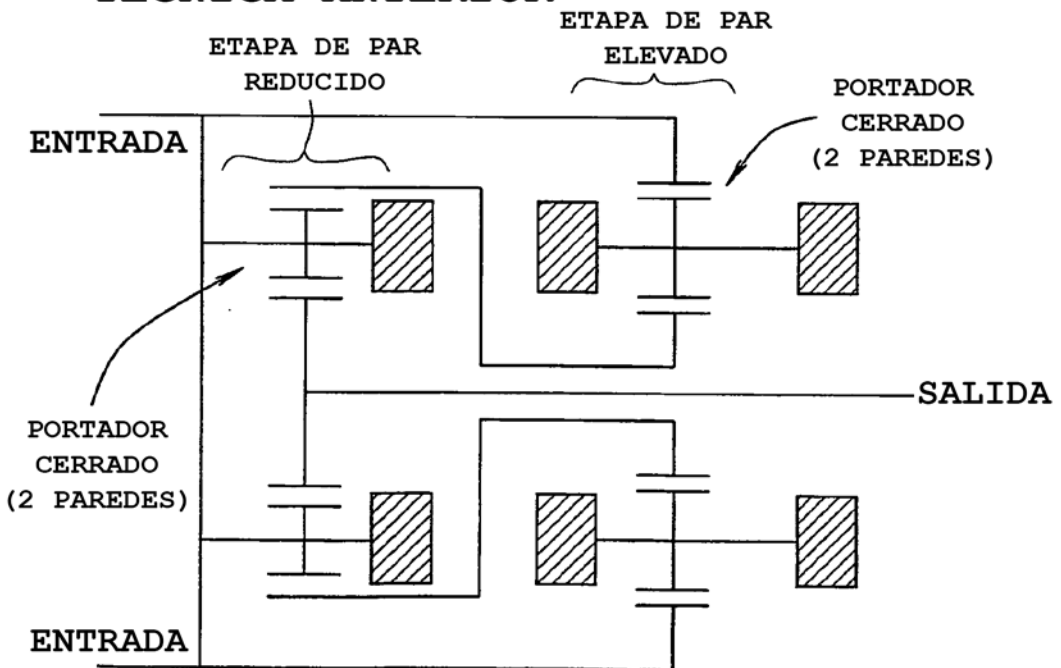


FIG. 1E  
TÉCNICA ANTERIOR

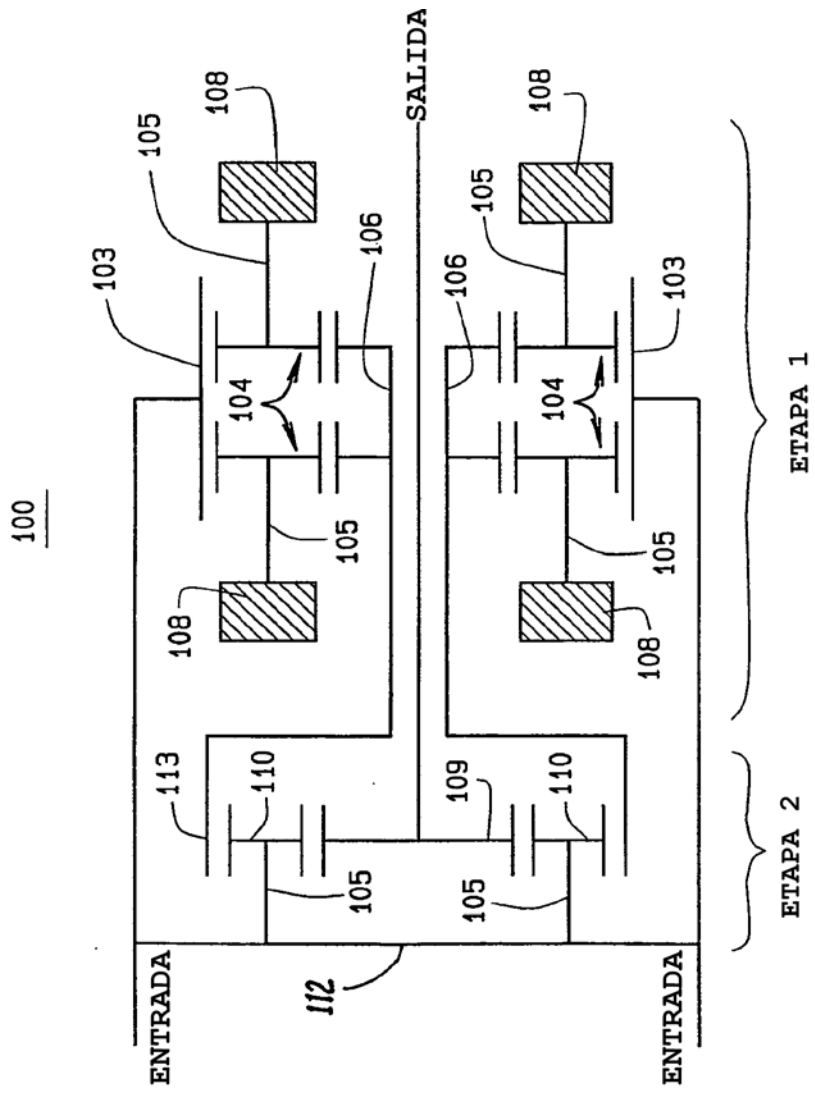


FIG. 2

