

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 548**

51 Int. Cl.:  
**F16H 57/08** (2006.01)  
**F16H 1/28** (2006.01)  
**F03D 11/02** (2006.01)  
**F03D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07076110 .1**  
96 Fecha de presentación: **19.12.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2072863**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.06.2009**

54 Título: **Portaplanetas para una etapa planetaria con una placa bogie**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.07.2012**

73 Titular/es:  
**Gamesa Innovation & Technology, S.L.**  
**Ciudad de La Innovación 9-11**  
**31621 Sarriguren - PAMPLONA, ES y**  
**ZF Wind Power Antwerpen NV**

72 Inventor/es:  
**Saenz de Ugarte, Patrik;**  
**Barañano, Etxebarria Javier;**  
**Smook, Warren y**  
**Verbiest, Rik**

74 Agente/Representante:  
**Gallego Jiménez, José Fernando**

**ES 2 384 548 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**

Portaplanetas para una etapa planetaria con una placa bogie.

5 La presente invención se refiere a un soporte planetario de una etapa planetaria, donde el soporte planetario tiene una placa de bogie, pudiendo montarse en ambos lados satélites.

Más específicamente, pero no exclusivamente, la presente invención se refiere a un soporte planetario del tipo mencionado para un aerogenerador.

10 Es sabido que en la tecnología de aerogeneradores hay una tendencia a construirlos cada vez más grandes.

Como consecuencia, se intenta reducir el peso del aerogenerador, ya que cuanto menor peso, menores son las fuerzas y tensiones que repercuten en la estructura y por lo tanto los costes operacionales son reducidos considerablemente.

15 En las últimas versiones de aerogeneradores, se ha puesto gran empeño en integrar todas las partes del aerogenerador, de manera que se obtenga un diseño más compacto.

20 Por ejemplo, en los diseños antiguos el buje del rotor de un aerogenerador está completamente apoyado de forma independiente en la carcasa mediante rodamientos. En este caso el buje del rotor está conectado al eje de entrada de una multiplicadora completamente independiente en la cual la lenta rotación del buje del rotor se transfiere a una rápida rotación en el eje de salida de la multiplicadora, que normalmente se conecta a un generador de energía.

25 Debido al peso y dimensiones de las palas del rotor a menudo el buje del rotor no se mantiene por completo en el centro durante la rotación de las palas del rotor, por lo tanto el buje del rotor experimenta algunos pequeños movimientos de desviación.

30 Si el buje del rotor y el eje de salida de la multiplicadora estuvieran conectados rígidamente el uno al otro, estos movimientos de desviación dañarían la multiplicadora.

Es por ello que la conexión en los diseños más antiguos es normalmente de un tipo relativamente flexible.

35 En diseños más integrados que son actualmente conocidos, el buje del rotor está conectado directamente al eje de entrada de la multiplicadora y los rodamientos de la multiplicadora en realidad soportan el buje del rotor o, en el caso contrario, los rodamientos del buje del rotor soportan el eje de entrada de la multiplicadora.

40 Sin embargo, una desventaja de estos conocidos diseños es que las fuerzas y consiguientes deformaciones en el buje del rotor tienen su efecto directo en la multiplicadora, ya que el buje del rotor y el eje de entrada de la multiplicadora están en estos diseños conectados uno a otro de forma rígida.

Una solución conocida para poder con estas deformaciones es el uso de una placa bogie en el portaplanetas.

45 Dicha placa bogie se suministra con múltiples ejes, por lo que en ambos lados de la placa bogie se pueden montar satélites en cada eje mediante un par de rodamientos.

Se sabe que dicha etapa planetaria con una placa bogie en el portaplanetas permite algunos desalineamientos en el portaplanetas, por ejemplo debidos a las mencionadas deformaciones, sin que afecten significativamente al tren de engranaje.

50 Sin embargo la construcción de dicho portaplanetas con dicha placa bogie es más bien un desafío técnico.

55 En particular, la conexión de la placa bogie, que sostiene los ejes que soportan los satélites, al portaplanetas es crítica y muy difícil de realizar.

A menudo esta conexión se realiza mediante el atornillado de la placa del bogie en el portaplanetas.

60 Una desventaja de estos conocidos portaplanetas con una placa bogie atornillada, es que el ensamblaje de la placa bogie en el portaplanetas es complicado, lleva tiempo y requiere la utilización de materiales de gran resistencia, lo cual hace que la solución sea más costosa.

Además, el comportamiento a largo plazo de la conexión atornillada entre la placa bogie y el portaplanetas no es conocido.

Siempre hay un riesgo de que los pernos se aflojen después de un cierto periodo de tiempo, de manera que es necesario un mantenimiento o una inspección de la conexión regularmente.

5 Otra desventaja de la conexión atornillada es que las partes atornilladas siempre experimentan un cierto, aunque microscópico, movimiento relativo mutuo cuando la conexión está cargada.

Estos movimientos microscópicos pueden provocar daños a las partes. Por ejemplo, en ciertas circunstancias puede causar una típica oxidación de dichas partes.

10 El documento WO2005/0500858 está considerado como el antecedente más próximo y describe un portaplanetas de acuerdo con el preámbulo de la primera reivindicación.

15 La presente invención aspira a un portaplanetas con una placa bogie, por ejemplo un portaplanetas utilizado en un aerogenerador, el cual no presenta ninguna de las desventajas señaladas anteriormente.

20 Con este propósito, la invención se refiere a un portaplanetas con la finalidad de usarse como entrada de una etapa planetaria, dicho portaplanetas comprendiendo una placa bogie conectada mediante vigas a un eje de entrada que forma parte del portaplanetas, la placa bogie con la finalidad de proporcionar soporte a los ejes planetarios los cuales se extienden desde ambos lados de la placa bogie donde en eje planetario puede montarse un par de satélites mediante un rodamiento de satélite, los satélites de cada par descansando en lados opuestos de la placa bogie, los satélites con la finalidad de interactuar con un piñón central y un anillo circular de la etapa planetaria, donde el portaplanetas con su placa bogie se conforma como una pieza monolítica y donde las vigas y el eje de entrada son una parte integral de la pieza monolítica.

25 Una ventaja de dicho portaplanetas de acuerdo con la invención es que no necesita ningún perno, soldadura o cualquier otro medio para conectar la placa bogie al portaplanetas actual, ya que el portaplanetas y la placa bogie forman una única pieza.

30 Otra ventaja del portaplanetas de acuerdo con la invención es que la conexión entre la placa de bogie y el portaplanetas actual es más fuerte que en los modelos conocidos de portaplanetas con una placa de bogie separada.

35 Por lo tanto, con un portaplanetas acorde con la invención los riesgos mencionados anteriormente en relación con la unión atornillada entre la placa de bogie y el portaplanetas son evitados.

Aún otra ventaja del portaplanetas acorde con la presente invención es que no se necesita fijar la placa de bogie en el portaplanetas por lo que la producción de la multiplicadora de etapa planetaria en la que se usa es más rápida y los costes relacionados son menores.

40 De acuerdo con una realización preferencial del portaplanetas de acuerdo con la invención el portaplanetas es una pieza fundida.

45 Una ventaja del portaplanetas de acuerdo con esta realización es que, una vez se ha realizado el molde de fundición, un gran número de portasatélites con su placa bogie están hechos como piezas monolíticas, que pueden fabricarse de forma rápida y sin muchos mecanizados finales.

Otra ventaja de fundir las piezas es que el proceso es relativamente barato.

50 La presente invención está también relacionada con una multiplicadora para conectar un rotor con un generador, en el que se aplica dicho portaplanetas según la invención.

En particular la presente invención concierne a una multiplicadora que comprende;

- una etapa planetaria
- una estructura de carcasa donde se monta la etapa planetaria

comprendiendo la etapa planetaria:

- 55 - un eje de salida conectable al generador
- un anillo circular, conectado rígidamente a la estructura carcasa
- un piñón central en el eje de salida
- un portaplanetas de acuerdo con la invención, el cual es soportado de forma rotativa respecto de la estructura carcasa y con el eje de entrada conectable al rotor
- 60 - ejes planetarios que se extienden a ambos lados de la placa bogie del portaplanetas;
- un par de satélites montados en cada eje planetario, los satélites de cada par descansando en lados opuestos de la placa bogie, y los satélites interaccionando con con el anillo circular y el piñón central.

Con la intención de mostrar claramente las características de la invención mediante, a modo de ejemplo sin carácter restrictivo, se muestran alguna realización preferente de un portaplanetas de acuerdo con la presente invención, las cuales se han representado en referencia a las figuras que acompañan:

- 5            La figura 1 representa esquemáticamente un aerogenerador equipado con una unidad multiplicadora que comprende una etapa planetaria con un portaplanetas de acuerdo con la presente invención; y,  
              La figura 2 representa mediante una sección a mayor escala la parte de la multiplicadora indicada por F2 en la figura 1.
- 10           El típico aerogenerador 1 representado en la figura 1 consta de una estructura estática de soporte 2 en la que se monta una góndola 3 rotatoria que permite ajustar la posición del aerogenerador 1 en la dirección del viento.
- En la góndola 3 se ubican un rotor 4 que incluye un buje 5 y unas palas 6, donde el buje 5 está conectado a un generador 7 a través de una multiplicadora 8.
- 15           Como se representa con un mayor detalle en la figura 2, la multiplicadora 8 está en esta realización provista con un engranaje de tipo planetario 9.
- El eje de entrada 10 del engranaje de tipo planetario 9, representado en este caso por el portaplanetas 11 del engranaje de tipo planetario 9, está conectado al buje 5, mientras que el eje de salida 12 está conectado directa o indirectamente a través de otras partes de la multiplicadora 8 hasta el generador 7 (no mostrado en la figura). El engranaje de tipo planetario 9 está montado en una bancada 13, la cual está unida a la góndola 3 (no mostrada en la figura).
- 20           A la carcasa 13 se le une de forma rígida un anillo circular 14 mediante, por ejemplo, tornillos o cualquier otro tipo de unión.
- El portaplanetas 11 se integra de forma que puede rotar respecto de la carcasa 13 o de la góndola 3.
- 30           Normalmente esto se logra mediante un rodamiento principal o mediante un conjunto de rodamientos que soportan el buje 5, estando el citado buje 5 conectado con el portaplanetas 11.
- Además, el portaplanetas 11 está provisto de un elemento el cual es bien conocido en el actual estado de la técnica: una placa bogie 15. Esta placa bogie 15 proporciona por su parte soporte para múltiples ejes planetarios 16.
- 35           De esta forma, los ejes planetarios 16 se extienden por las dos caras 17 y 18 de la placa de bogie 15, de forma que en cada eje planetario 16 se pueden montar un par de satélites 19 y 20, los satélites 19 y 20 de cada pareja se disponen en caras opuestas de la placa de bogie 15, según sus respectivas caras 17 y 18.
- 40           Cada satélite 19 y 20 está soportado en los ejes planetarios 16 por mediación de un rodamiento de satélite 21.
- Además, el eje de salida 12 está provisto de un piñón central 22, el cual mantiene el eje de salida 12 centrado respecto al engranaje planetario 9 por la interacción con los satélites 19 y 20.
- 45           Normalmente, el eje de salida 12 está conectado a la entrada de una segunda etapa planetaria o de una segunda etapa paralela (no representada), de esta forma, la segunda etapa planetaria está provista con rodamientos los cuales soportan el eje de salida 12 en una posición rotatoria respecto a la carcasa 13.
- 50           Es de conocimiento general que en un caso como el de la figura 2, la rotación relativamente baja del portaplanetas 11 en el eje de entrada 10 se transforma en una rotación relativamente alta en el piñón central 22 en el eje de salida 12 por la interacción entre los satélites 19 y 20 con, por una parte, el anillo circular estático 14 y por la otra, el piñón central 22.
- 55           En el caso de un aerogenerador 1 esto significa que la baja rotación del rotor 4 causada por viento se transforma en una rotación del eje de salida 12, la cual es suficientemente rápida de forma que permite al generador 7 funcionar con la potencia adecuada.
- 60           También es conocido que con la configuración de la figura 2 donde una placa de bogie 15 está conectada al portaplanetas 11 y donde se proporcionan los satélites 18 y 19 en las dos caras 17 y 18 de la placa bogie 15, se produce una cierta deformación en la multiplicadora 8 causada por el peso del rotor 4 y/o las cargas dinámicas que pueden ser absorbidas por el rotor 4.

Sin embargo la conexión entre le portaplanetas 11 actual y la placa bogie 15 es, tal y como se mencionó en la introducción, entre los ya conocidos portaplanetas y placa bogie con frecuencia realizada mediante tornillos, lo cual proporciona un ensamblaje más caro y que requiere de más tiempo.

5 Además, no se sabe cómo se comportarán las uniones atornilladas tras largos periodos de tiempo, donde siempre existe el riesgo de que algunos tornillos fallen.

Otro riesgo es el microscópico movimiento relativo que siempre existe entre las partes unidas con tornillos bajo carga que causarán oxidación entre las partes.

10 Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, el portaplanetas 11 con su placa de bogie 15 está hecho como una pieza monolítica.

15 Está claro que con dicho portaplanetas 11 acorde con la invención con su placa de bogie 15 integrada, se obtiene una estructura mucho más rígida que con los portaplanetas con placas de bogie conocidos, donde los anteriormente citados riesgos de pérdida de cohesión entre portaplanetas y placa bogie así como la oxidación de estas partes causada por movimientos microscópicos relativos mutuos son evitados.

20 Además, está claro que en el caso del portaplanetas 11 y la placa bogie 15 de acuerdo con la invención no hay necesidad de ensamblarlos de ninguna manera, de forma que se ahorra tiempo y dinero.

El portaplanetas 11 y la placa bogie 15 están formados en una única pieza monolítica de acuerdo con la invención.

25 En agujeros 23 en la placa bogie 15 se pueden montar ejes de planetas 16.

La placa bogie 15 y el portaplanetas 11 se conectan mediante vigas 24 que son una parte integral de la pieza monolítica.

30 De acuerdo con una realización preferente de la presente invención el portaplanetas 11 junto con su placa bogie 15 es fundido como una única pieza monolítica.

Esta realización de la invención tiene la ventaja de que la producción está mucho más simplificada. Además, una vez el molde ha sido fabricado, pueden hacerse un gran número de piezas de forma rápida, sencilla y menos cara.

35 De acuerdo con una realización todavía más preferente del portaplanetas 11 según la presente invención, el portaplanetas 11 y su placa bogie 15 están hechos de un hierro fundido dúctil, también denominado hierro fundido nodular.

40 El hierro fundido clásico es algo quebradizo. Esto es causado por su alto contenido de carbono. Cuando el fundido solidifica, parte de este carbono se precipita como escamas de grafito, realizando las escamas la formación de grietas.

45 En el hierro fundido dúctil se añaden los denominados "nodulizadores", como el magnesio o el cerio. Estos "nodulizadores" causan que el carbón se precipite en forma de nódulos de grafito en lugar de en escamas, de forma que se impide la formación de grietas y el metal es más dúctil.

La ventaja de usar hierro fundido dúctil es que se obtiene una pieza monolítica más fuerte, teniendo una buena dureza y resistencia al uso, así como un peso más limitado comparado con su fuerza.

50 De cara a realzar aún más las propiedades del portaplanetas 11 y de la placa bogie integrada 15, es preferido adicionalmente, de acuerdo con la invención, usar un hierro dúctil templado, también conocido como ADI.

55 Un hierro fundido templado se obtiene a través de fundición igual que un hierro fundido dúctil, en el que este es subsecuentemente sujeto a un proceso de temple, el cual mejora considerablemente sus propiedades mecánicas, como fuerza tensora, fuerza de rendimiento, fuerza a fatiga, resistencia al impacto, dureza, etc...

Qué ocurre durante el proceso de temple después de la fundición.

60 El metal fundido es rápidamente llevado a una temperatura de aproximadamente entre 900° a 950° C. A esta temperatura se obtiene una solución sólida estable de hierro y carbón, el llamado hierro en fase- $\gamma$  o temple.

Después de unas horas el metal es enfriado de repente (apagado) a una temperatura de entre 220° a 450°, donde un proceso isothermal comienza durante el cual el estrés residual del material es aliviado y se permite cierta recristalización, de manera que se incrementa la ductilidad con una mínima pérdida en fuerza.

## ES 2 384 548 T3

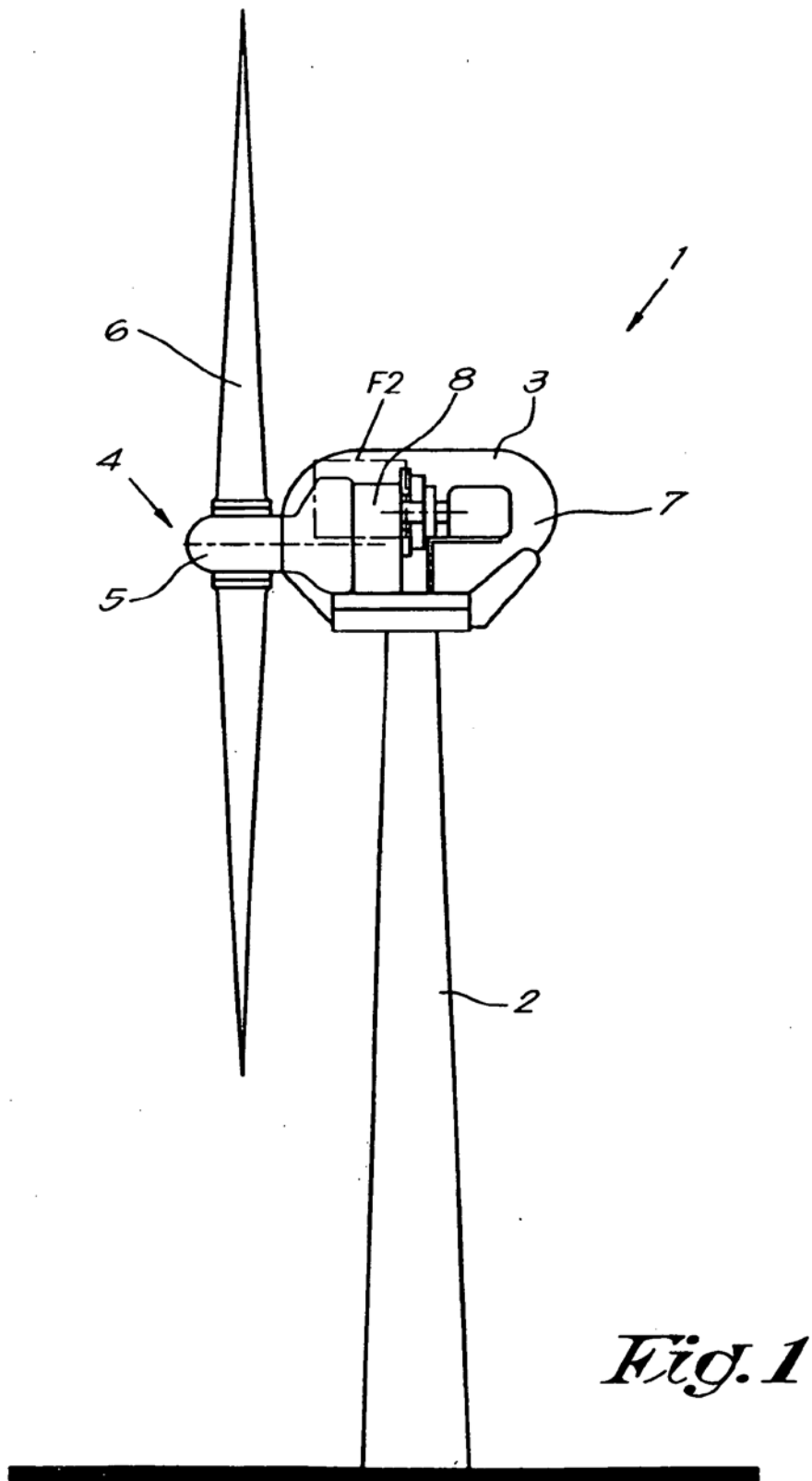
De acuerdo con la realización preferida de un portaplanetas según la invención, el portaplanetas 11 está hecho de un hierro dúctil templado, con una fuerza de tensión de un mínimo de 1000MPa, también conocido de acuerdo con la norma Ferrocast ADI como F-ADI 1000 o, de acuerdo con la norma europea DIN EN 15 64, como EN-GJS-1000-5.

5  
10  
Está claro que un portaplanetas 11 así de acuerdo con la invención, en el que el portaplanetas 11 y la placa bogie 15 son fundidas como una única pieza monolítica y subsecuentemente pasan un proceso de temple para conseguir un hierro dúctil templado con una fuerza de tensión de 1000MPa, tiene una conexión muy rígida entre el portaplanetas 11 y la placa bogie 15, siendo la conexión lo suficientemente dúctil como para prevenir su ruptura frente a un impacto considerable.

La presente invención no está de ninguna manera limitada a las realizaciones descritas anteriormente y representadas en las figuras, sino que dicho portaplanetas 11 puede ser realizado de diferentes formas, materiales y dimensiones, sin salirse del objeto de la invención.

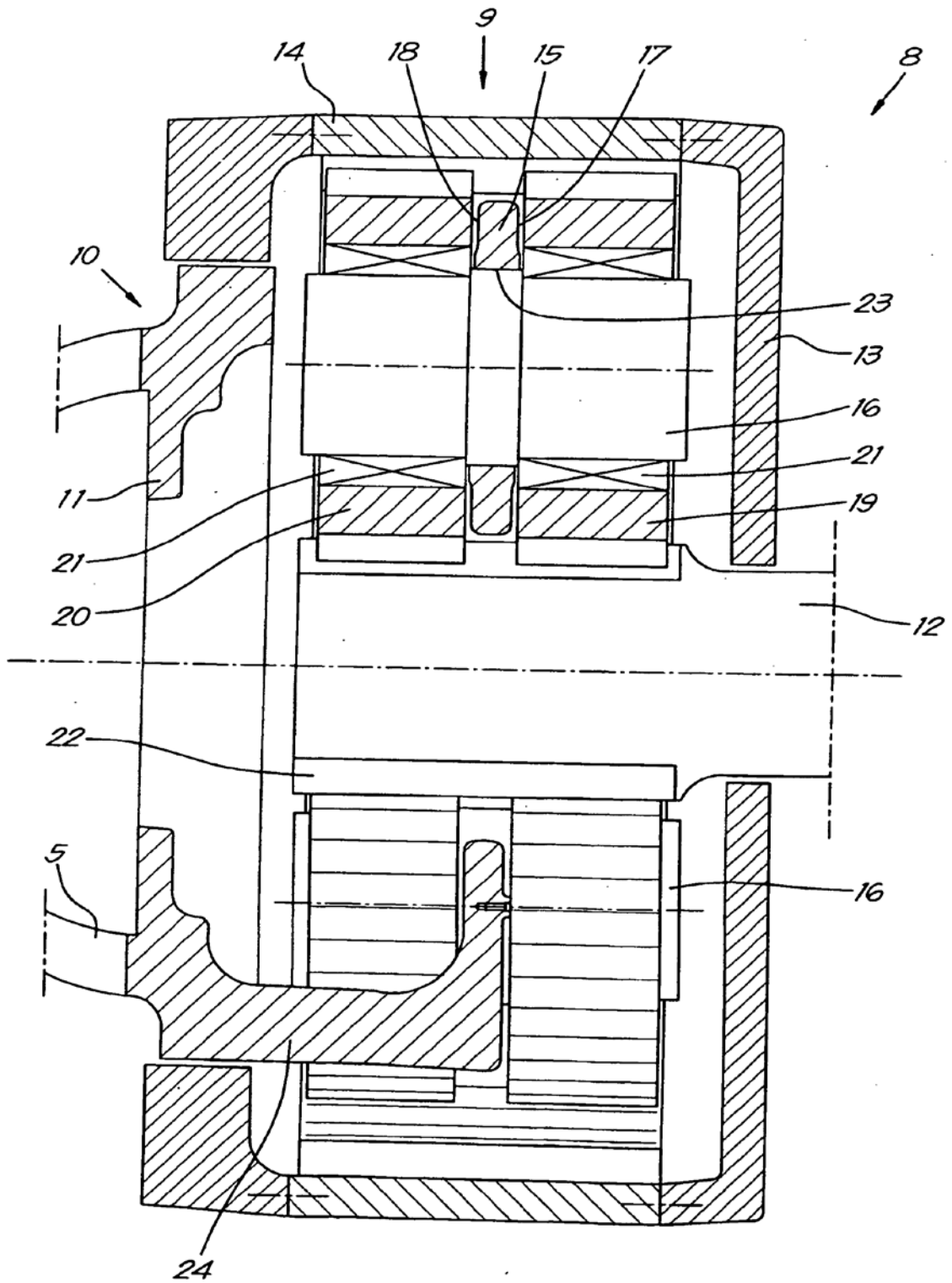
**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un portaplanetas (11) para usarse como entrada de una etapa planetaria (9), teniendo el portaplanetas (11) una placa bogie (15), conectada mediante unas vigas (24) a un eje de entrada (10) que forma parte del portaplanetas (11), la placa bogie (15) proporcionando soporte a unos ejes planetarios (16) que se extienden desde ambas caras (17, 18) de la placa bogie (15) donde en cada eje planetario (16) puede montarse un par de satélites (19, 20) mediante un rodamiento satélite (21), cada par de satélites (19, 20) descansando en lados opuestos (17, 18) de la placa bogie (15), los satélites (19, 20) interactuando con un piñón central (22) y un anillo circular (14) de la etapa planetaria (9), caracterizado porque el portaplanetas (11) con esta placa bogie (15) está hecha como una pieza monolítica y en que las vigas (24) y el eje de entrada (10) son una parte integral de la pieza monolítica.
- 10 2.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la primera reivindicación, caracterizado en que es fundición.
- 15 3.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la segunda reivindicación, caracterizado en que es de hierro dúctil de fundición, también denominado hierro de fundición nodular.
- 20 4.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la tercera reivindicación, caracterizado en que es de hierro dúctil templado.
- 25 5.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la cuarta reivindicación, caracterizado en que es de hierro dúctil templado, con una fuerza de tensión de un mínimo de 1000MPa.
- 30 6.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la quinta reivindicación, caracterizado porque el hierro fundido es F-ADI 1000 como se especifica en la norma Ferrocast ADI
- 35 7.- Un portaplanetas (11) de acuerdo con la quinta reivindicación, caracterizado porque el hierro fundido es EN-GJS-1000-5 como se especifica en la norma europea DIN EN 15 64.
- 40 8.- Un portaplanetas (11) de acuerdo cualquier reivindicación anterior, caracterizado en que está aplicado en una unidad multiplicadora (8) de un aerogenerador (1).
- 45 9.- Una multiplicadora (8) para conectar un rotor (5) a un generador (7), la multiplicadora (8) comprendiendo;
- una etapa planetaria (9);
  - una estructura carcasa (13) donde se monta una etapa planetaria (9),
- 50 la etapa planetaria (9) comprendiendo:
- un eje de salida (12) conectable al generador (7);
  - un anillo circular (14), rígidamente conectado a la estructura carcasa (13);
  - un piñón central (22) en el eje de salida (12);
  - un portaplanetas (11) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está soportado de forma rotativa respecto a la estructura carcasa (13) y con el eje de entrada (10) conectable al rotor (5),
  - ejes planetarios (16) que se extienden a ambos lados (17, 18) de la placa bogie (15) del portaplanetas (11);
  - un par de satélites (19, 20) montados en cada eje planetario (16), los satélites (19, 20) de cada par, descansando en lados opuestos (17, 18) de la placa bogie (15), y los satélites (19, 20) interactuando con el anillo circular (14) y el piñón central (22).
- 10.- Una multiplicadora (8), de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque la estructura carcasa (13) de la multiplicadora está conectada a la góndola (3) de un aerogenerador (1).



*Fig. 1*





*Fig. 2*