



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 288 069**

⑫ Número de solicitud: 200501053

⑬ Int. Cl.:
F03D 11/02 (2006.01)
F16H 57/04 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **29.04.2005**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2007**

Fecha de la concesión: **25.09.2008**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.10.2008**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.10.2008

⑲ Titular/es: **PUJOL MUNTALA, S.A.**
Ctra. C-16C, Km. 4 - Nave 2
Polígono Industrial Berga I
08272 Sant Fruitós de Bages, Barcelona, ES

⑳ Inventor/es: **Tubau i Bertomeus, Josep y**
Pozo Gallego, Manuel

㉑ Agente: **Pons Ariño, Ángel**

㉒ Título: **Multiplicador/reductor de engranajes epicicloides utilizables en aerogeneradores y similares.**

㉓ Resumen:

Multiplicador/reductor de engranajes epicicloides utilizables en aerogeneradores y similares; que comprende unos engranajes epicicloides con una pieza portasatélites y cuyos satélites engranan entre una corona exterior fija y un engranaje solar central, cuyo eje discurre concéntrico y por el interior de otro eje al que se solidariza, y cuyo eje exterior se acopla mecánicamente a otro eje paralelo que constituye el eje rápido del aparato. El movimiento entre el eje solar y su eje exterior concéntrico se solidariza mediante anillos de contracción, por el interior del eje solar discurre un eje de lubricación de la pieza portasatélites en el interior del cual están practicados unos conductos por los que circula lubricante y que terminan en unos inyectores que actúan directamente sobre las zonas de desgaste.

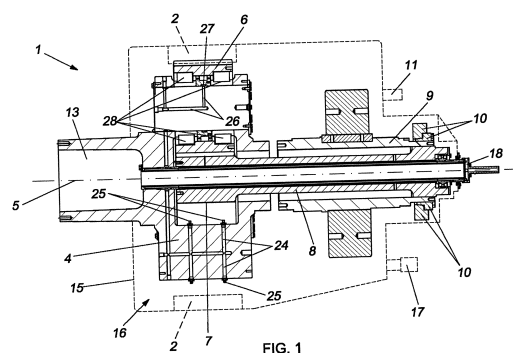


FIG. 1

ES 2 288 069 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Multiplicador/reductor de engranajes epicicloidales utilizable en aerogeneradores y similares.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un multiplicador/reductor de engranajes epicicloidales utilizable en aerogeneradores y similares, y que en general puede ser utilizado también en cualquier otra aplicación que requiera la multiplicación o reducción de la velocidad de giro de un eje.

Antecedentes de la invención

Los aerogeneradores de alta potencia intercalan entre la hélice y el alternador un multiplicador de velocidad, dado que la velocidad de giro que el aire imprime a la hélice es muy baja para la generación de energía eléctrica en las condiciones adecuadas de servicio.

Estos multiplicadores están implementados a base de engranajes epicicloidales planetarios, con unos satélites, sujetos a una pieza portasatélites, que discurren entre una corona periférica fija de dientes orientados hacia el interior y un engranaje solar central, constituyendo el eje de giro de la pieza portasatélites el eje lento del aparato.

Por su parte el eje del engranaje solar, eje solar en lo sucesivo, es una etapa de velocidad intermedia, que discurre por el interior y concéntricamente a otro eje exterior, siendo ambos ejes solidario en su giro, y este eje exterior se acopla mecánicamente mediante engranajes con relación multiplicadora a otro eje paralelo que constituye el eje rápido del aparato. En el caso de aerogeneradores, la hélice se fija al eje (lento) de la pieza portasatélites y el alternador al eje rápido paralelo, aunque el aparato igualmente puede funcionar a la inversa, como un reductor, en otras aplicaciones.

Estos aparatos para su uso en aerogeneradores tienen sus dimensiones máximas limitadas, ya que deben caber en el reducido espacio existente en la carcasa del aerogenerador. Estas limitaciones de tamaño limitan igualmente la potencia de trabajo del multiplicador, ya que está condicionada por el dimensionamiento de sus elementos internos. En la limitación de la potencia máxima tiene una incidencia especial la etapa planetaria, ya que un aumento de la potencia implicaría el aumento del tamaño de los rodamientos de los satélites, lo que implicaría un aumento de los propios satélites y por tanto también un aumento de tamaño de la corona, y consiguientemente un aumento de tamaño de todo el multiplicador. Como no hay espacio para este aumento de tamaño en el aerogenerador, ni tampoco para aumentar en longitud, parece un problema insalvable que limita la potencia máxima de los aerogeneradores a 1600 kw en esta aplicación en concreto.

Por otra parte también se presentan problemas de lubricación de sus piezas internas, ya que actualmente esta lubricación se efectúa por inmersión en fluido lubricante que llena un cárter configurado en la parte inferior de la carcasa que envuelve el multiplicador/reductor. Por tanto los engranajes sólo se lubrican (o relubrican) cuando pasan por la posición inferior y entran en contacto con el lubricante acumulado en el cárter. Esto limita su vida útil y acorta los periodos de mantenimiento, ya que la lubricación, además de intermitente, se efectúa en un lubricante donde progresivamente se van acumulando las impurezas y que al no estar refrigerado va acumulando temperatura. Este

problema queda también agravado con el pretendido aumento de potencia del multiplicador.

Igualmente, lo deseable es que el engranaje solar mantenga contacto con todos los satélites para proporcionar una distribución equitativa de las cargas. Por ello al engranaje solar se le deja relativamente libre para ajustarse mediante desplazamientos radiales e igualar las cargas. Para permitir estos movimientos radiales, la unión mecánica del eje solar con el eje concéntrico exterior se realiza mediante un acoplamiento dentado o estriado de dientes abombados en un extremo del eje solar. Aunque este acoplamiento permite los movimientos radiales del engranaje solar, su constitución genera fuerzas de fricción considerables que producen las correspondientes pérdidas de potencia y desgastes de las partes en contacto, mayores a mayor potencia del aparato. Además este diseño no permite un desmontaje fácil del eje solar, obligando a desmontar todo el multiplicador.

Descripción de la invención

El multiplicador/reductor de la invención tiene una constitución óptima que permite aumentar su potencia de trabajo y su vida útil, y de paso simplifica las labores de mantenimiento y desmontaje del eje solar.

De acuerdo con la invención, el multiplicador/reductor de la invención es del tipo de los descritos, con una pieza portasatélites cuyo eje constituye el eje lento del aparato, y una corona estática exterior de dientes dirigidos hacia el interior y un engranaje solar central entre los que discurren los satélites montados en el portasatélites, prolongándose el engranaje solar en un eje solar que discurre concéntricamente y por el interior de otro eje exterior, siendo ambos solidarios en su giro, y acoplándose este eje exterior mediante engranajes con relación multiplicadora a otro eje paralelo que constituye el eje rápido del aparato.

Las mejoras de la invención van destinadas a permitir el aumento de la potencia de trabajo del aparato y a reducir el mantenimiento. Para ello se propone implementar los engranajes satélites en la propia pista exterior de sus rodamientos, mecanizando directamente los dientes en estas pistas exteriores, consiguiendo que los engranajes y sus rodamientos "compartan" el espacio disponible con aumento de su tamaño y coeficientes de seguridad, de tal forma que son capaces de absorber el aumento de potencia de trabajo del aparato, que puede llegar hasta unos 1800 kw.

Paralelamente se ha previsto que por el interior del eje solar discorra una prolongación axial de la pieza portaplanetas (en lo sucesivo eje de lubricación), por cuyo interior se han practicado unos conductos por los que circula fluido lubricante impulsado por una bomba rotativa y aspirado desde el cárter, y que se puede hacer circular previamente por un filtro al objeto de eliminar las impurezas. El eje de lubricación de la pieza portasatélites en la aplicación para aerogeneradores es hueca ya que se precisa un acceso de los cables o mandos de regulación del paso de las palas de la hélice del aerogenerador. En este caso los conductos de circulación del lubricante se implementan encamisanando interiormente el hueco del eje de lubricación de modo que entre la camisa y el propio eje queda un espacio de sección sensiblemente anular por el que circula el lubricante. En ambos casos (eje de lubricación macizo o hueco) las conducciones se ramifican por el interior de la pieza portasatélites y por los bulones de sujeción de los rodamientos de los satélites, acaban-

do en inyectores del aceite limpio directamente sobre todos los engranajes del aparato y sobre los citados rodamientos, aumentando el rendimiento, permitiendo el aumento de potencia, alargando los periodos de mantenimiento y de paso la vida útil del aparato.

Al objeto igualmente de aumentar el rendimiento y bajar los costes de mantenimiento, se propone solidarizar el eje solar con su concéntrico exterior mediante anillos de contracción en lugar de mediante acoplamientos dentados o estriados, eliminando totalmente el rozamiento y por tanto el desgaste y pérdidas de potencia. Además esta configuración permite, dando un dimensionamiento adecuado al engranaje solar y al eje exterior concéntrico, la extracción fácil del engranaje y eje solar por el interior de dicho eje concéntrico, únicamente aflojando el anillo de contracción, y sin necesidad de desmontar todo el aparato.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una sección del aparato de la invención.

La figura 2 muestra una vista de las piezas rotativas del aparato de la invención.

La figura 3 muestra una sección diametral de los elementos principales de la figura 2.

La figura 4 muestra un esquema de los circuitos de circulación de lubricante.

La figura 5 muestra una vista de un aerogenerador donde aparece el aparato de la invención.

Descripción de una realización práctica de la invención

El multiplicador/desmultiplicador 1 de la invención está constituido por una corona 2 anular estática perimetral con dientes 3 orientados hacia el interior.

Por el interior de la corona discurre el giro de una pieza portasatélites 4 cuyo eje 5 constituye el eje lento del aparato, y que monta unos engranajes satélites 6, los cuales a su vez engranan en un engranaje solar central 7 que constituye una etapa de velocidad intermedia del aparato.

Del engranaje 7 dimana un eje solar 8 que discurre concéntricamente y por el interior de otro eje exterior 9, solidarizándose el giro de ambos en una zona extrema ensanchada 8a del eje solar 8 mediante anillos de contracción 10.

El eje exterior 9 por su parte se acopla mecánicamente a otro eje paralelo 11 mediante sendos piñones 12 con relación multiplicadora, constituyendo el eje 11 el eje rápido del aparato.

La pieza portasatélites dispone en este ejemplo no limitativo de la invención de un collar 13 emergente en el cual se puede fijar por ejemplo la hélice 14 de un aerogenerador, mientras que el alternador se acoplaría al eje 11.

El multiplicador dispone de una carcasa 15 exterior, cuya parte interna inferior constituye un cárter 16 de acumulación de fluido lubricante donde se lubrican los distintos engranajes directamente por inmersión. Paralelamente esta lubricación por inmersión se ha

previsto una lubricación forzada, para lo cual se dispone en el cárter una toma de aspiración 17 del lubricante que, mediante una bomba rotativa 18, se inyecta por unos conductos implementados por el interior de un eje de lubricación 19 de la pieza 4 portasatélites, discuriendo este eje 19 por el interior y concéntricamente al eje 8 solar. Aprovechando esta circulación del lubricante se puede hacer circular el mismo por unos filtros, no representados, al objeto de su limpieza.

El eje de lubricación 19 de la pieza portasatélites puede ser macizo, o bien puede ser hueco como se ve en las figuras como ejemplo no limitativo de la invención. En este segundo caso, usual en aerogeneradores, el hueco central 20 permite el paso de los cables de control de paso de la hélice, y para el mismo los conductos 23 de circulación del lubricante se pueden constituir en el espacio 21 existente entre el propio eje 19 por su parte interna y un encamisado interno 22. En cualquier caso, estos conductos 14 se ramifican al llegar al cuerpo de la pieza portasatélites en otros conductos 24 que terminan en unos inyectores 25 dispuestos periféricamente y dirigidos hacia la corona y engranaje solar, que se encargan de lubricar directamente éstos.

Igualmente los conductos 23 se ramifican en otros conductos 26 que discurren por el interior de los bulones de los rodamientos 28 de los satélites, terminando en los correspondientes inyectores 27 que los lubrican directamente con aceite limpio. De este modo se consigue absorber sin problemas el aumento de potencia y de paso alargar la vida útil y periodos de mantenimiento.

Por su parte, los rodamientos 28 tienen la particularidad de que en su propia pista exterior 29 están mecanizados los dientes 30 que constituyen el engranaje satélite, en lugar de implementarlos en una camisa aparte, lo que permite un aumento del tamaño de éstos y del rodamiento para adaptarse a los coeficientes de seguridad requeridos por el aumento de la potencia nominal del multiplicador.

Por último, y aprovechando la constitución general del multiplicador, se buscará dimensionar adecuadamente sus elementos para facilitar su desmontaje, proponiendo en primer lugar que el diámetro exterior del engranaje solar 7 sea inferior al diámetro interno del eje 9, e igualmente implementando en la pieza portasatélites una ventana 31 de diámetro mayor al del engranaje solar, lo que posibilitará la extracción de este engranaje 6 axialmente únicamente desmontando los anillos de contracción.

Descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas y representadas en los dibujos adjuntos son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren el principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1. Multiplicador/reductor de engranajes epiciclo-
dales utilizable en aerogeneradores y similares; del ti-
po de los que comprenden unos engranajes epiciclo-
dales con una pieza portasatélites cuyo eje constituye
el eje lento del aparato, y cuyos satélites están en mo-
vimiento al engranar entre una corona exterior fija y
un engranaje solar central que se prolonga en un eje
solar que discurre concéntrico y por el interior de otro
eje exterior al que se solidariza, y cuyo eje exterior se
acopla mecánicamente mediante engranajes multipli-
cadores a otro eje paralelo que constituye el eje rápido
del aparato; e incorporando una carcasa exterior cuya
parte inferior interna constituye un cárter para lubricar
por inmersión los diferentes engranajes; **caracteriza-**
do porque el movimiento entre el eje solar y su eje
exterior concéntrico se solidariza mediante anillos de
contracción; por el interior del eje solar a su vez dis-
curre un eje de lubricación de la pieza portasatélites,
en el interior del cual están practicados unos conduc-
tos por los que circula lubricante aspirado desde el
cárter por una bomba rotativa y que terminan en unos
inyectores que actúan directamente sobre las zonas de
desgaste.

2. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque los anillos de contracción ac-
túan en una zona extrema del eje solar provista de un
regruessamiento de ajuste sobre su eje concéntrico ex-
terior y capaz de soportar el apriete efectuado por di-
chos anillos de contracción.

3. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque el eje de lubricación axial de la
pieza portasatélites es macizo.

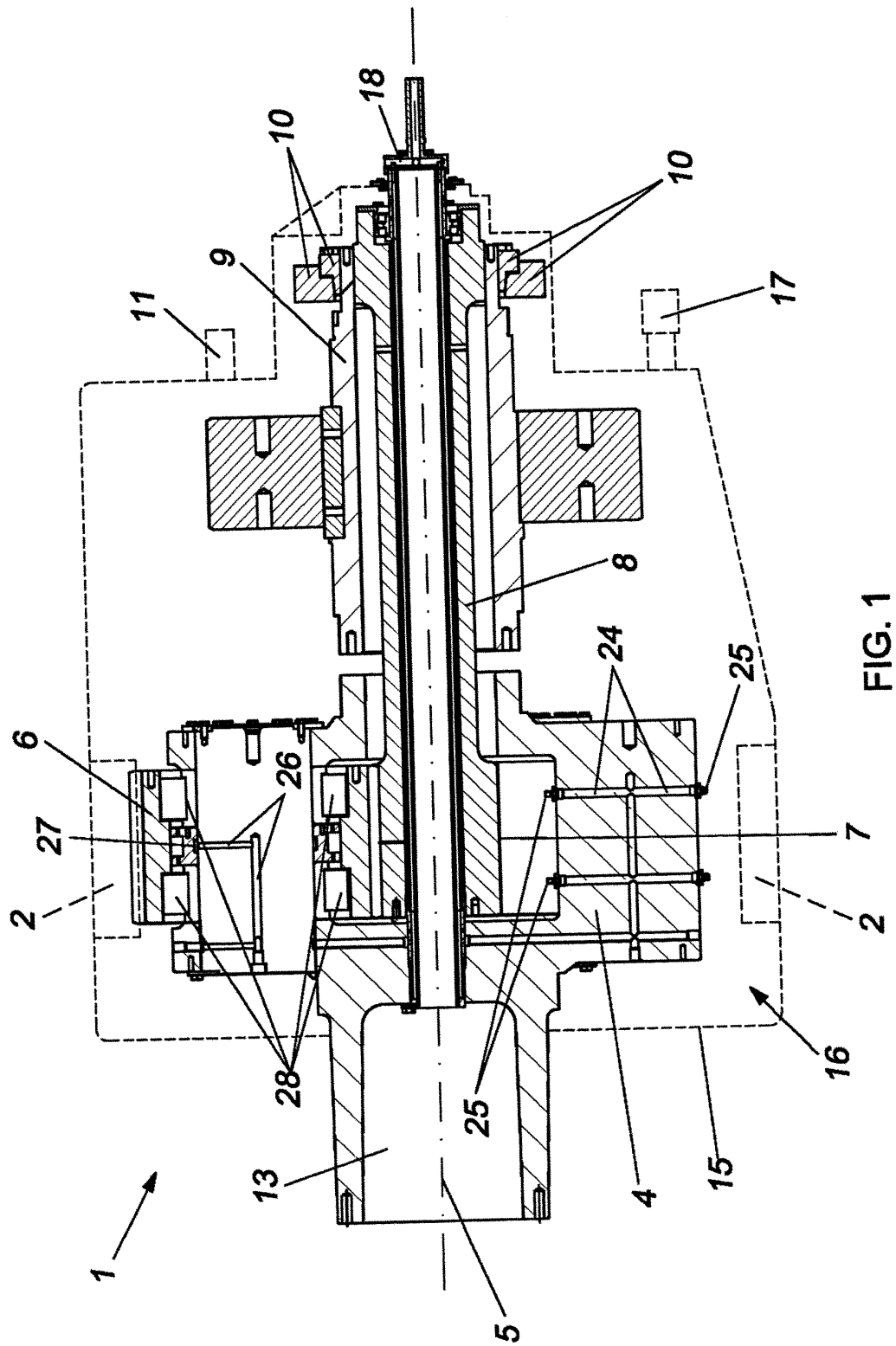
4. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque el eje de lubricación de la pie-
za portasatélites es hueco en orden a permitir el paso
de cables u otros elementos por su interior.

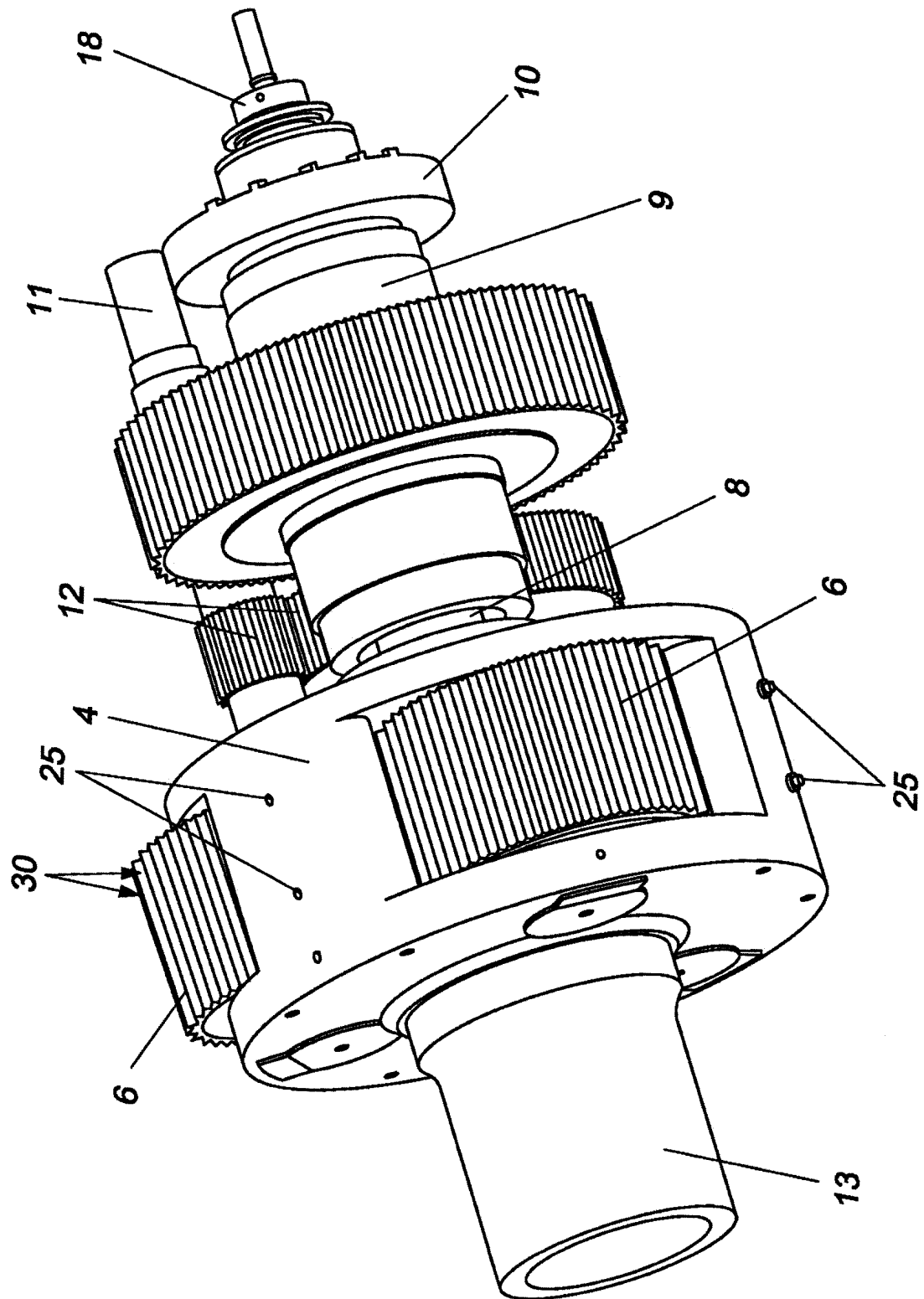
5. Multiplicador/reductor según reivindicaciones
1 y 4 **caracterizado** porque los conductos de circu-
lación del lubricante a través del eje de lubricación
hueco de la pieza portasatélites se implementan por
medio de una cavidad definida entre la pared interna
del propio eje y un encamisado interno de menor diá-
metro aplicado en esta zona.

6. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque el aceite aspirado del cárter
puede recircularse por un filtro previamente a su envío
a los inyectores.

7. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque los conductos de circulación
del lubricante se ramifican en el cuerpo del porta saté-
lites en, al menos, dos circuitos: uno cuyos inyectores
se dirigen directamente sobre los engranajes, y otro
con canalizaciones que discurren por el interior de los
bulones de los rodamientos de los satélites y cuyos
inyectores se dirigen directamente a la lubricación de
dichos rodamientos.

8. Multiplicador/reductor según reivindicación 1
caracterizado porque el diámetro del engranaje solar
es menor que el diámetro del eje concéntrico exte-
rior de su eje, estando provista una ventana en la pie-
za portasatélites igualmente de mayor diámetro al de
dicho engranaje solar en orden a facilitar el desmon-
taje del engranaje solar y su eje mediante extracción
axial a través del eje concéntrico exterior previo aflo-
jamiento de los anillos de contracción.





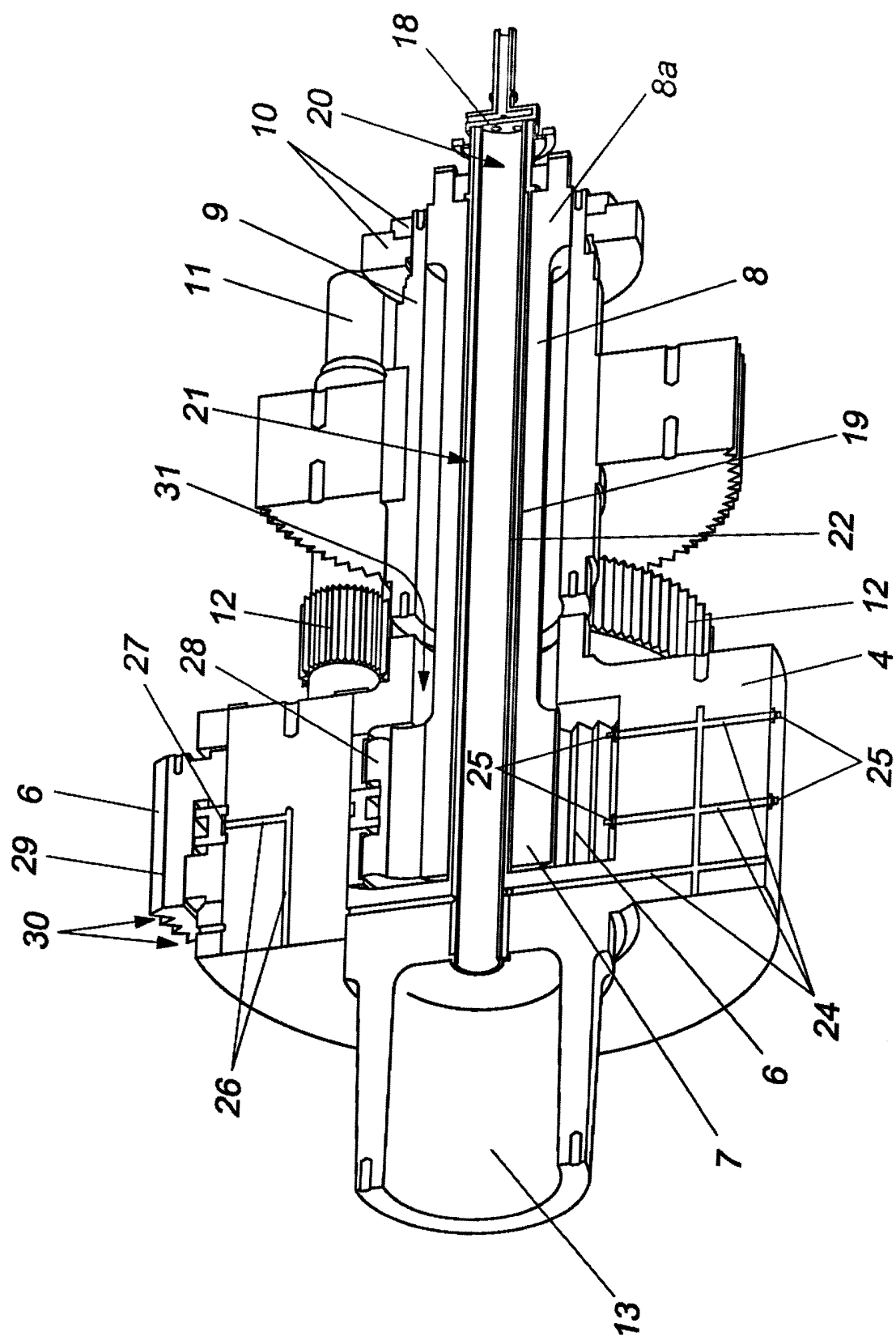


FIG. 3

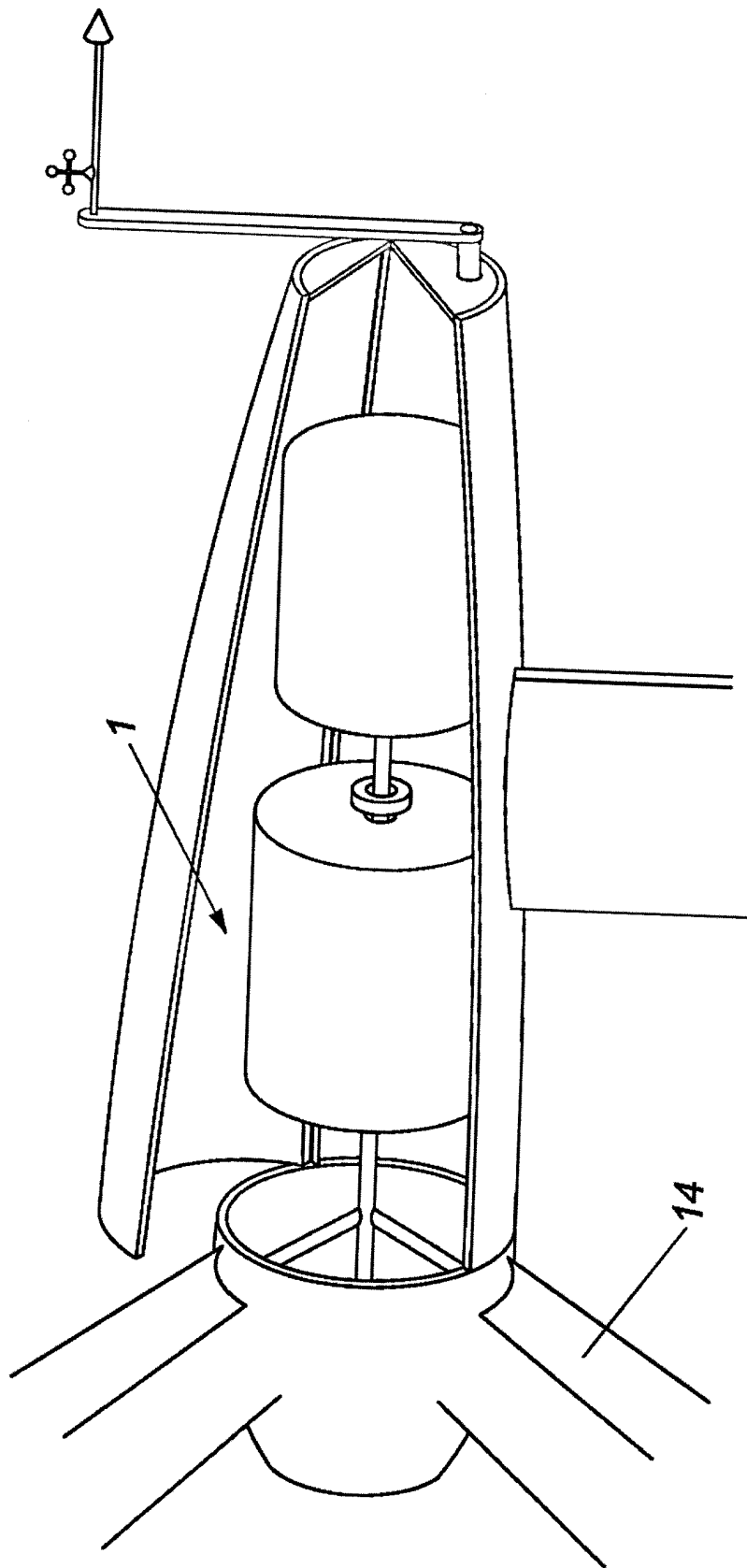


FIG. 4

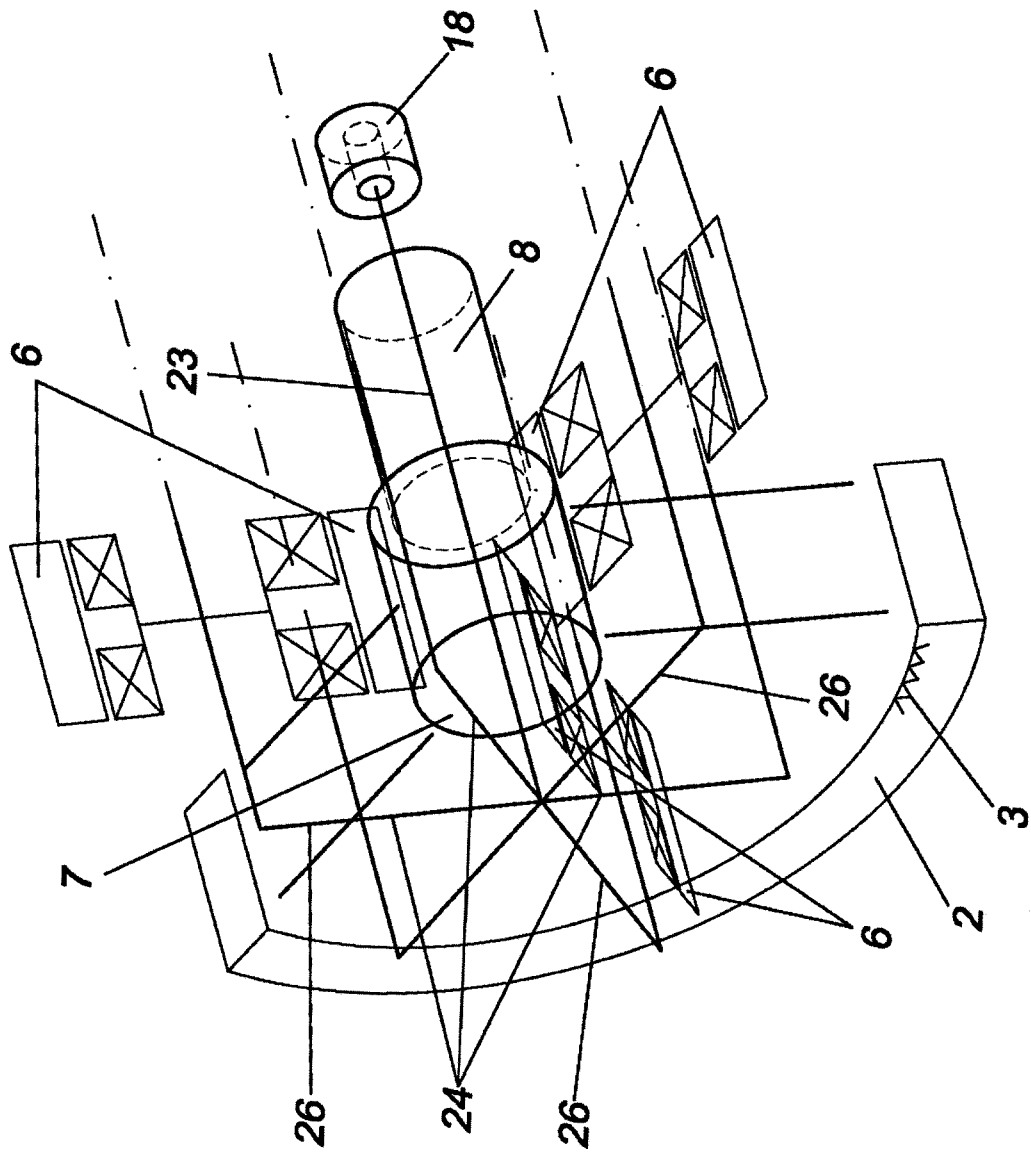


FIG. 5



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 288 069

⑫ Nº de solicitud: 200501053

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 29.04.2005

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F03D 11/02** (2006.01)
F16H 57/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 1431575 A2 (WINERGY AG) 23.06.2004, documento completo.	1,6,7
A	WO 03078870 A1 (HANSEN TRANSMISSIONS INT. NV) 25.09.2003, documento completo.	1,6,7
A	US 4271928 A (ROLLS-ROYCE) 09.06.1981, columna 2, líneas 21-61; figuras 1,3.	1,3,7
A	EP 1318329 A2 (WINERGY AG) 11.06.2003, documento completo. ES 2218392 T3 (HANSEN TRANSMISSIONS INT. NV) 16.11.2004, columna 1, línea 4 - columna 2, línea 10; figuras 1,2a,2b. ES 2166665 A1 (VALMET VOIMANSIIRTO OY) 16.04.2002	8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.11.2007

Examinador
S. Gómez Fernández

Página
1/1