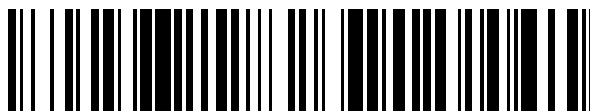


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 761**

51 Int. Cl.:

F03D 15/00 (2006.01)

F16H 3/72 (2006.01)

F03D 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2014 PCT/EP2014/002379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15032491**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2014 E 14776996 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3060797**

54 Título: **Tren de transmisión y procedimiento para accionamientos con puntos de funcionamiento muy alejados**

30 Prioridad:

05.09.2013 EP 13004353

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

15.06.2020

73 Titular/es:

**ENERKITE GMBH (100.0%)
Fichtenhof 5
14532 Kleinmachnow, DE**

72 Inventor/es:

**KÖVESDI, PETER y
DREIER, JAN-EIKE**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 766 761 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 de transmisión y procedimiento para accionamientos con puntos de funcionamiento muy alejados

5 La invención se refiere a un dispositivo dotado de al menos un tren de transmisión/accionamiento con al menos dos puntos de funcionamiento alejados entre sí para alcanzar una alta extensión de velocidad de giro con una alta eficiencia en un tren de transmisión. La invención se refiere además a un procedimiento para regular la velocidad de giro bajo carga de un dispositivo correspondiente, en particular una instalación de energía eólica.

10 La invención se refiere a todas las situaciones de accionamiento, cuyos casos de carga se caracterizan de la siguiente manera:

15 (i) Hay dos puntos o zonas de funcionamiento, cuya velocidad de giro se encuentra en cuanto a magnitud separada en un factor claramente superior a 1, en particular superior a 10.

(ii) La demanda de potencia es aproximadamente igual en ambos puntos/zonas de funcionamiento.

(iii) Debe alcanzarse en ambos puntos/zonas de funcionamiento una alta eficiencia en los accionamientos.

20 (iv) La transición entre los puntos o zonas de funcionamiento debe tener lugar sin interrupción de la controlabilidad, del momento de giro o del giro, aparte de un posible punto de inversión del sentido de giro del árbol de salida.

25 Una aplicación típica son instalaciones de energía eólica, que con uno o varios objetos volantes a través de uno o varios cables (6) de tracción con una estación de suelo transforman energía mecánica por medio del principio de yoyó en energía eléctrica. Tales instalaciones se conocen, por ejemplo, por los documentos DE2006001806, CA2730939, DE3209368, DE4319823, DE19629417 y DE102008047261. Este ciclo está compuesto al menos por las fases A - despliegue y E - repliegue. Durante el despliegue, la estación de suelo trabaja en funcionamiento de generador y libera el cable de tracción con velocidad lenta y fuerza elevada. Durante el repliegue, la estación de suelo trabaja en funcionamiento de motor y recupera de nuevo el cable de tracción con velocidad alta y fuerza reducida. La eficiencia total de la instalación depende fuertemente de la relación de velocidades entre la fase E de repliegue y la fase A de despliegue. La relación de velocidades óptima depende de la diferencia de las propiedades aerodinámicas (por ejemplo, índice de planeo) y de la trayectoria de vuelo del cuerpo volante entre las fases E y A de funcionamiento y se encuentra en el caso de aparatos volantes muy desarrollados en cuanto a magnitud a 10:1 o más.

35 La invención se basa en el problema de crear un tren de transmisión, que en dos puntos o zonas de funcionamiento con una gran separación de velocidad de giro entre sí tiene una alta eficiencia. Además, la controlabilidad bajo carga en velocidad de giro y/o momento tiene que estar garantizada por toda la zona entre los puntos/zonas de funcionamiento. A este respecto, toda la potencia nominal que debe instalarse de todos los accionamientos debe ser lo más reducida posible. Debido a requisitos de seguridad elevados también resulta ventajosa una controlabilidad bajo carga en caso de avería de un accionamiento.

40 Se conocen soluciones con un accionamiento, que está tan sobredimensionado que puede proporcionar en ambos puntos/zonas de funcionamiento la potencia requerida. Para ello trabaja posiblemente en al menos uno de los puntos de funcionamiento en el intervalo de debilidad de campo. Esta solución tiene la desventaja de una mala eficiencia en al menos uno de los puntos de funcionamiento, así como de un sobredimensionamiento todavía necesario de la máquina de accionamiento a pesar de un intervalo de debilidad de campo posiblemente grande, para garantizar la gran extensión de velocidad de giro en el caso de una potencia de salida suficiente en ambos puntos de funcionamiento. Además, en el caso de este accionamiento se pierde la controlabilidad bajo carga. Un aumento de la seguridad frente a averías sólo puede implementarse, en este caso, con costes suplementarios elevados.

45 Otra solución conocida es el uso de un engranaje de conmutación (por ejemplo, engranaje de acoplamiento). Para conseguir en el instante de conmutación una conmutación sin interrupción del momento de giro tiene que utilizarse un engranaje de conmutación bajo carga, por ejemplo, un engranaje de acoplamiento doble. Los engranajes de conmutación implican costes mayores y una probabilidad de avería mayor en principio condicionada. La controlabilidad bajo carga en el caso de avería de este accionamiento también se pierde en este caso.

50 Una solución adicional es el uso en cada caso de un accionamiento para el despliegue y para el repliegue. A este respecto, la potencia de accionamiento que debe instalarse es grande, dado que en cada una de las fases de funcionamiento en cada caso sólo trabaja 1 accionamiento. La transferencia del momento de giro de una máquina a la otra tiene que tener lugar con acoplamientos adecuados.

65 Además, se conocen trenes de transmisión, que se basan en la interconexión de dos máquinas de accionamiento a través de un engranaje planetario. Estos son habituales, por ejemplo, en accionamientos híbridos paralelos. Sirven

para la suma de potencias de dos, máquinas de accionamiento por regla general diferentes, por ejemplo, de un motor de combustión y de uno eléctrico. Para ello se acoplan los accionamientos a los árboles diferenciales del engranaje planetario. Así se suman sus momentos y potencias en el árbol sumatorio, que forma el árbol de salida. A este respecto, el intervalo de funcionamiento en cuanto a la velocidad de giro está limitado al intervalo de funcionamiento de las máquinas de accionamiento, dado que en el caso de una velocidad de giro en el mismo sentido de los dos accionamientos, el árbol de salida gira igualmente con una velocidad de giro nominal transmitida correspondientemente y en el caso de una velocidad de giro nominal en sentido opuesto de los accionamientos, el árbol de salida ya sólo gira con la diferencia transmitida correspondientemente entre las velocidades de giro de accionamiento. Una inversión del sentido de giro de uno de los dos accionamientos conlleva una variación de la velocidad de giro en el árbol de salida de un factor sólo reducido, por regla general próximo a 1.

Es igualmente estado de la técnica el denominado "Hybrid Synergy Drive" de la empresa Toyota. En este caso se acopla en cada caso un accionamiento a cada árbol de un engranaje planetario. Sin embargo, en esta disposición se alimenta debido al equilibrio de potencia en el engranaje planetario siempre una parte de la potencia de al menos uno de los 3 accionamientos a al menos otro, lo que se ve afectado por pérdidas. Tampoco está previsto aumentar enormemente la velocidad de giro del árbol de salida mediante un giro opuesto de dos accionamientos, dado que en este caso no se desea alcanzar una alta velocidad de giro con un momento reducido. Precisamente, el momento de giro no debe disminuir en el caso de velocidades elevadas. Por lo demás, el accionamiento en el eje del engranaje planetario es un motor de combustión, que no puede variar el sentido de giro.

El objetivo se alcanza según la invención porque el tren de transmisión presenta al menos dos accionamientos o máquinas (A1, A2) motrices, cuyas potencias de accionamiento se suman por medio de un engranaje (3) planetario y se transfieren a la carga o una máquina (L) de trabajo.

El documento JP2009120105 genérico da a conocer un dispositivo para alcanzar una alta extensión de velocidad de giro con una alta eficiencia en un tren de transmisión de una máquina o instalación accionada, que comprende dos máquinas motrices, que están conectadas entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades de transmisión adecuados o indirectamente con el soporte de eje y el más lento de dos árboles de engranaje estacionarios de un engranaje planetario, estando bloqueados los movimientos internos del engranaje planetario mediante uno o varios dispositivos de acoplamiento en un sentido de giro y permitiéndose en el otro sentido de giro. El documento JP2009120105 da a conocer también un procedimiento para regular los momentos de giro bajo carga. El documento JP2009120105 da a conocer también una instalación que comprende: máquinas motrices, que están conectadas entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades de transmisión adecuados o indirectamente con el soporte de eje y el más lento de dos árboles de engranaje estacionarios de un engranaje planetario, estando acoplada una máquina motriz al soporte de eje y la otra máquina motriz al que marcha más lento en cuanto a magnitud de los árboles de engranaje estacionarios y estando bloqueados los movimientos internos del engranaje planetario mediante uno o varios dispositivos de acoplamiento en un sentido de giro y permitiéndose en el otro sentido de giro, formándose el dispositivo de acoplamiento mediante un acoplamiento de marcha libre.

Sumario de la invención:

Por consiguiente, es objeto de la invención un dispositivo para alcanzar una alta extensión de velocidad de giro con una alta eficiencia en un tren de transmisión de una máquina o instalación accionada, que comprende

(i) dos máquinas (A1, A2) motrices que trabajan por medio de motor o generador, que están conectadas entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades (7, 8) de transmisión adecuados o indirectamente con el soporte (S) de eje y el más lento (2) de dos árboles de engranaje estacionarios de un engranaje (3) planetario, así como

(ii) una máquina (L) de trabajo, que está conectada entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades de transmisión adecuados o indirectamente con el más rápido (1) de dos árboles de engranaje estacionarios del engranaje (3) planetario, bloqueándose los movimientos internos del engranaje (3) planetario mediante uno o varios dispositivos (6) de acoplamiento adecuados en un sentido de giro y permitiéndose en el otro sentido de giro.

Debe aclararse que según la invención los términos "accionamiento" y "máquina de accionamiento" se usan de manera sinónima con el término "máquina motriz" (A1, A2). Igualmente, el término "carga" o "máquina bajo carga" se usa de manera sinónima con el término "máquina de trabajo" (L).

Según la invención, cada una de las dos máquinas (A1, A2) motrices o de accionamiento puede estar conectada funcionalmente con máquinas de accionamiento adicionales, en particular una, dos, tres o cuatro. Igualmente, la máquina (L) de trabajo puede estar conectada o acoplada funcionalmente con máquinas de trabajo adicionales, en particular una, dos tres o cuatro.

Según la invención, cada una de las dos máquinas motrices, así como dado el caso los accionamientos adicionales conectados con las mismas, puede presentar unidades previas y/o de transmisión.

5 Accionamiento significa, a continuación, en cada caso, una o varias máquinas motrices interconectadas, carga
 5 significa una o varias máquinas de trabajo distribuidas, incluyendo, en cada caso, posibles unidades de transmisión
 y de suma de potencias/de distribución. Para una mejor comprensión se mantendrán a continuación los términos
 accionamiento y carga, o máquina motriz y de trabajo independientemente del sentido del flujo de potencia.
 Expresamente, esto no tiene un significado limitante para la invención. La potencia puede fluir tanto desde uno o
 10 ambos accionamientos al engranaje planetario y desde el engranaje planetario a la carga, como en cada caso a la
 inversa. Es decir, también está expresamente previsto un funcionamiento de generador o mixto y es posible según la
 invención. Con otras palabras, las máquinas (A1, A2) motrices pueden hacerse funcionar temporalmente durante un
 proceso de trabajo total como máquinas de trabajo, y la máquina (L) de trabajo como máquina motriz. Esto puede
 ponerse en práctica, por ejemplo, en una instalación de energía eólica volante según la figura 5.

15 Los términos momento, velocidad de giro y potencia de un accionamiento o de la carga se refieren siempre a estas
 magnitudes en el respectivo punto de acoplamiento con el engranaje (3) planetario. Los momentos designan a
 continuación siempre momentos de giro en el árbol del engranaje planetario.

20 Es objeto de la invención en particular un dispositivo correspondiente, en el que el dispositivo de acoplamiento
 puede estar diseñado tal como sigue:

- (i) se forma mediante un acoplamiento de marcha libre,
- 25 (ii) al menos uno, en particular uno, dos, tres o cuatro dispositivos de acoplamiento está(n) conectados o
 dispuestos entre los dos árboles (1, 2) de engranaje estacionarios del engranaje planetario,
- (iii) al menos uno, en particular uno, dos, tres o cuatro dispositivos de acoplamiento está(n) conectados o
 dispuestos entre el soporte (S) de eje y el árbol (2) de engranaje estacionario más lento del engranaje planetario,
- 30 (iv) al menos uno, en particular uno, dos, tres o cuatro dispositivos de acoplamiento está(n) conectados o
 dispuestos entre el soporte (S) de eje y el árbol (1) de engranaje estacionario más rápido del engranaje
 planetario,
- 35 (v) al menos uno, en particular uno, dos, tres o cuatro dispositivos de acoplamiento está(n) conectados o
 dispuestos entre el soporte (S) de eje y una o varias ruedas (P) satélite del engranaje planetario.

En una forma de realización adicional de la invención, el dispositivo (6) de acoplamiento está conectado de manera
 elástica en cuanto al giro con uno o varios de los elementos implicados.

40 En otra forma de realización de la invención, el engranaje planetario, que puede ser de un escalón o de múltiples
 escalones, es un engranaje planetario, o un engranaje planetario de un escalón o de varios escalones.

45 Es objeto de la invención un dispositivo correspondiente en el que las velocidades de giro de los mejores puntos en
 cuanto a eficiencia de las máquinas (A1, A2) motrices instaladas (incluyen unidades de transmisión previas) son
 esencialmente iguales o difieren como máximo un 10%, en particular un 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8% y 9%
 entre sí.

50 También es objeto de la invención un dispositivo, en el que los momentos de giro de los mejores puntos en cuanto a
 eficiencia de las máquinas motrices instaladas entre sí se comportan en cuanto a magnitud esencialmente como el
 valor del recíproco reducido en 1 del producto de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de
 flujo de potencia del engranaje planetario usado, o difieren como máximo no más de un 10%, preferiblemente entre
 un 0 y un 5% de esta relación.

55 También es objeto de la invención un dispositivo, en el que las curvas características de momento de giro-velocidad
 de giro de las máquinas motrices instaladas son esencialmente iguales, o en ninguna velocidad de giro difieren en
 más de un 10%, preferiblemente entre un 0 - 5% en el valor de momento nominal entre sí

60 Además, es objeto de la invención un procedimiento para regular el momento de giro bajo carga de un dispositivo,
 tal como se describe anteriormente y a continuación, en funcionamiento con un dispositivo de acoplamiento
 bloqueado, regulándose las velocidades de giro de ambas máquinas (A1, A2) motrices, haciéndose funcionar en una
 forma de realización de la invención, una máquina (A1 o A2) motriz como dispositivo maestro, y la otra (A2 o A1)
 como dispositivo esclavo. A este respecto, el momento de giro teórico del bucle de regulación de momento de giro
 de la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo esclavo puede ponerse en una relación fija con
 respecto al momento de giro teórico del bucle de regulación de momento de giro dado el caso incorporado en un
 65 bucle de regulación de velocidad de giro de la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo maestro,
 correspondiendo en una forma de realización adicional la relación de los momentos de giro teóricos a la de la

capacidad de momento o del momento nominal de las máquinas motrices. A este respecto, las máquinas (A1, A2) motrices que se regulan en cuanto al momento pueden presentar adicionalmente una regulación de la velocidad de giro máxima. A este respecto, la velocidad de giro máxima de la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo esclavo puede ajustarse de forma que sea mayor que la velocidad de giro máxima de la otra máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo maestro, de tal manera que la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo esclavo alcance su velocidad de giro máxima sólo en el caso de un fallo en el sistema.

Es objeto de la invención, además, un procedimiento para regular el momento de giro bajo carga de un dispositivo descrito anteriormente y más adelante en funcionamiento con un dispositivo de acoplamiento abierto, regulándose el momento de giro (a) de la máquina (A1, A2) motriz acoplada al más lento (2) de los árboles de engranaje estacionarios del engranaje planetario al momento teórico bajo carga negativo, dividido entre el producto de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de flujo de potencia, o regulándose el (b) de la máquina motriz acoplada al soporte (S) de eje del engranaje planetario al momento teórico bajo carga, dividido entre el producto reducido en 1 de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de flujo de potencia, así como regulándose en (a) y (b) la velocidad de giro de la otra máquina de accionamiento a un determinado valor.

También es objeto de la invención un procedimiento correspondiente para regular el momento de giro bajo carga de un dispositivo, descrito anteriormente y más adelante, en funcionamiento con un dispositivo de acoplamiento abierto, regulándose las velocidades de giro de ambas máquinas (A1, A2) motrices de tal manera que el producto de la transmisión estacionaria y la velocidad de giro del accionamiento acoplado al más lento (2) de los árboles de engranaje estacionarios del engranaje planetario, reducida en el producto de la transmisión estacionaria reducida en 1 y la velocidad de giro del otro accionamiento, corresponde a la velocidad de giro teórico bajo carga. A este respecto, la velocidad de giro de ambas máquinas motrices puede regularse en cuanto a magnitud en cada caso a la velocidad de giro teórica del árbol de salida, dividido entre la transmisión estacionaria duplicada y reducida en 1 del engranaje planetario.

Los dispositivos de tren de transmisión según la invención son adecuados en particular para su utilización en instalaciones de energía eólica, preferiblemente instalaciones de energía eólica volantes. Por consiguiente, también es objeto de la invención una instalación de energía eólica volante, que se hace funcionar con ayuda del dispositivo de tren de transmisión según la invención.

Detalles de la invención:

Los elementos de un engranaje planetario se designan tal como es habitual con 1, 2 y S, designando S el soporte de eje y 1 y 2 los árboles de engranaje estacionarios. La transmisión i_{12} estacionaria se define como la relación de velocidades de giro del árbol 1 con el árbol 2 con eje estacionario y forma una característica de construcción independiente del funcionamiento del engranaje. El más lento en cuanto a magnitud de los árboles de engranaje estacionarios se designa a continuación como 2, el más rápido por consiguiente como 1, de modo que la transmisión estacionaria según esto en cuanto a magnitud siempre es mayor que o igual a 1. La ecuación fundamental conocida es:

$$\omega_1 - \omega_2 i_{12} - \omega_S (1 - i_{12}) = 0 \tag{a}$$

para las velocidades de giro de los elementos ω_1 , ω_2 y ω_S de engranaje. Los momentos de giro de los elementos de un engranaje planetario se dividen según relaciones fijas, dependientes de la transmisión i_{12} estacionaria y de la eficiencia η_{12} estacionaria:

$$M_2/M_1 = -i_{12} \eta_{12}^{w_1} \quad \text{y} \quad M_S/M_2 = 1/(i_{12} \eta_{12}^{w_1}) - 1 \tag{b}$$

A este respecto, el exponente w_1 se define como signo de la potencia entrante en el árbol 1:

$$w_1 = \text{sgn} \left((\omega_1 - \omega_S) M_1 \right) \tag{c}$$

En general predomina siempre el equilibrio de momentos

$$M_1 + M_2 + M_S = 0 \tag{d}$$

entre los momentos M_1 , M_2 y M_S de giro aplicados a los elementos de engranaje.

Según la invención se acopla de manera resistente al giro uno de los accionamientos al soporte (S) de eje, el segundo accionamiento al que marcha más lento (2) en cuanto a magnitud de los árboles de engranaje estacionarios y la carga (L) al que marcha más rápido (1) de los árboles de engranaje estacionarios. Además, según la invención se dispone entre al menos un par de cualquier elemento móvil entre sí del engranaje planetario en cada

caso un acoplamiento (6) de marcha libre, que libera entre sí los elementos acoplados mediante el mismo en el sentido de giro relativo (denominado a continuación modo E) y bloquea el otro sentido de giro relativo de los elementos en cuestión (denominado a continuación modo A). Con ello se pretende bloquear cualquier movimiento interno del engranaje planetario en un sentido de giro, de modo que es en este sentido ya sólo pueda hacerse girar en su totalidad con respecto al bastidor. Por tanto, en este modo también los accionamientos (AS, A2) están acoplados obligatoriamente a la misma velocidad de giro. Los momentos, que son necesarios para cumplir internamente el texto de las ecuaciones, los aplica en el modo A al menos en parte el acoplamiento (6) de marcha libre a los elementos implicados.

Una marcha libre puede aplicarse tanto entre uno o varios pares externos de elementos 1 - 2 de engranaje (representados en la figura), 1 - S, S - 2 o, siempre que sea constructivamente posible, también entre uno o varios elementos de engranaje circundantes cualesquiera, por ejemplo, entre una o dado el caso varias ruedas P satélite y el eje S (representada en la figura). En el caso de aplicar varias marchas libres debe seleccionarse su sentido de giro/bloqueo de tal manera que se abran conjuntamente y se bloqueen conjuntamente. Mediante la aplicación de varias marchas libres puede dividirse el momento que debe mantenerse en el modo A y ahorrarse así posiblemente espacio constructivo o costes. En una realización ventajosa se acoplan las marchas libres elásticamente a los elementos implicados, para garantizar que todas las marchas libres surten efecto, y no debido a imprecisiones de fabricación y diferentes rigideces en los componentes de una de las marchas libres se bloquee antes y con ello impida el bloqueo de los otros. Además, a continuación, se habla, por motivos de simplicidad, de una marcha libre individual. Regla de signos: En el caso de la marcha libre bloqueada (modo A) y momentos de accionamiento dirigidos en el mismo sentido para este documento el momento de árbol de salida está dirigido en sentido positivo, por consiguiente, los momentos de accionamiento en sentido negativo.

La invención no se limita a engranajes con el grado de libertad cinemático 2. Pueden usarse engranajes con un grado de libertad mayor. Los elementos libres adicionales pueden acoplarse, por ejemplo, con otros elementos o el bastidor, para obtener así un engranaje de tres árboles de múltiples escalones, o pueden acoplarse, por ejemplo, accionamientos adicionales, para sumar también sus potencias a la potencia de árbol de salida.

En el modo A bloqueado se garantiza la distribución de momentos fija del engranaje planetario según la ecuación (b) mediante la marcha libre. Desde el punto de vista de los accionamientos, ya no es aplicable, más bien puede ajustarse libremente la relación de momentos de los accionamientos mediante una regulación de momentos u otros dispositivos o medidas. Sin embargo, el equilibrio de momentos

$$M_{AS} + M_{A2} + M_L = 0 \quad (e)$$

para los momentos de los accionamientos M_{AS} , M_{A2} y de la carga M_L tiene que seguir existiendo. En el modo A pueden alcanzarse la zona I, III, IV, V y VI según la figura 4.

Dado que ambos árboles de accionamiento en el modo A giran en el mismo sentido, un tipo de funcionamiento ventajoso consiste en aplicar momentos dirigidos en el mismo sentido a los árboles de accionamiento. Entonces sus potencias de árbol están igualmente dirigidas en el mismo sentido y en el árbol de salida pueden consultarse la suma de las potencias de accionamiento y la suma de los momentos de accionamiento a la velocidad de giro de los árboles de accionamiento. De lo contrario se evacuaría de nuevo una parte de la potencia de accionamiento de uno de los accionamientos mediante el otro accionamiento y no estaría disponible en el árbol de salida. Esta zona de funcionamiento parcial no deseada del modo A se denomina a continuación modo A*. La eficiencia del engranaje planetario en el modo A bloqueado asciende a 1. Si la relación de momentos de los accionamientos cumple la ecuación (b), la marcha libre está libre de momentos. El sistema se encuentra con una velocidad de giro todavía igual de los árboles de accionamiento exactamente en la transición entre el modo A y el modo E.

En el modo E de marcha libre, los momentos se distribuyen entre los accionamientos de manera fija según la ecuación (b). En el modo E puede alcanzarse la zona II, III, IV, V y VI según la figura.

Dado que los accionamientos están dispuestos en el árbol S y 2, sus momentos por regla general (cuando es válido $|i_{12}\eta_{12}^{w1}| > 1$) están dirigidos en sentidos opuestos. Por tanto, en un tipo de funcionamiento ventajoso se les confieren sentidos de giro dirigidos en sentido opuesto. Entonces sus potencias de árbol están dirigidas en el mismo sentido y en el árbol de salida se puede obtener la suma de las potencias de accionamiento a alta velocidad de giro. De lo contrario se evacúa de nuevo una parte de la potencia de accionamiento de uno de los accionamientos mediante el otro accionamiento y no está disponible en el árbol de salida. Esta zona de funcionamiento parcial no deseada del modo E se denomina a continuación modo E*. La eficiencia del engranaje planetario en el modo E de marcha libre se encuentra a una velocidad de giro igual en cuanto a magnitud de los árboles de accionamiento en engranajes con transmisión estacionaria positiva (engranajes positivos) un poco por debajo de la eficiencia η_{12} estacionaria, en el caso de transmisión estacionaria negativa (engranajes negativos) un poco por encima.

Mediante la invención se suman en el modo A los momentos de las curvas características de momento de giro-velocidad de giro de los accionamientos para dar la curva característica en el árbol de salida en la zona de la mayor

de las dos velocidades de giro máximas negativas hasta la menor de las dos positivas de los accionamientos.

En el modo E, la curva característica está limitada en la zona de velocidad de giro negativa mediante la velocidad de giro ω_1 según la ecuación (a) con $\omega_2 =$ velocidad de giro accionamiento pos. máx. A2 y $\omega_S =$ velocidad de giro accionamiento neg. máx. AS, así como en la zona de velocidad de giro positiva mediante la menor de las dos velocidades de giro máximas positivas de los accionamientos. Los momentos están limitados tanto positiva como negativamente al valor

$$M = \min \left(\left| \frac{M_{2m\acute{a}x}}{-i_{12} \eta_{12}^{w1}} \right|, \left| \frac{M_{Sm\acute{a}x}}{i_{12} \eta_{12}^{w1} - 1} \right| \right) \quad (f)$$

designando $M_{2m\acute{a}x}$ y $M_{Sm\acute{a}x}$ los momentos máximos posibles en la velocidad de giro momentánea en cada caso para la duración de este estado de los accionamientos en el elemento 2 y el elemento S. Las zonas de funcionamiento de los dos modos se cortan.

La extensión k_D de velocidad de giro, definida como la relación entre la velocidad ω_{L2} de giro del árbol de salida en el caso de accionamientos que giran en sentido contrario con $+\omega$ y $-\omega$ (modo E) y la velocidad ω_{L1} de giro del árbol de salida en el caso de accionamientos que giran en el mismo sentido con ω (modo A), asciende a

$$k_D = \left| \frac{\omega_{L2}}{\omega_{L1}} \right| = |2i_{12} - 1| \quad (g)$$

La extensión k_M de momentos, definida como la relación entre el momento M_{L2} de árbol de salida en el caso de momentos de accionamiento en sentido opuesto $+M$ y $-M$ (modo E) y el momento M_{L1} de árbol de salida en el caso de momentos de accionamiento en el mismo sentido de la magnitud en cada caso M (modo A), asciende a

$$k_M = \left| \frac{M_{L1}}{M_{L2}} \right| = |2i_{12} - 2| \quad (h)$$

Para el engranaje negativo es válido $k_M = k_D + 1$, para el engranaje positivo $k_M = k_D - 1$.

Las relaciones k_D y k_M se determinan en condiciones teóricas.

La relación de las potencias PL_1 y PL_2 de árbol de salida en las condiciones mencionadas anteriormente asciende a k_M/k_D .

En una realización energética y económicamente ventajosa de la invención se seleccionan en ambos accionamientos en cada caso la máquina y/o la transmisión de un posible engranaje previo de tal manera que el mejor punto de ambos accionamientos se encuentra a la misma velocidad de giro. Mediante esta medida pueden hacerse funcionar en el modo A debido a la misma velocidad de giro, fija, pero la distribución de momentos arbitraria de ambos accionamientos al mismo tiempo en cuanto a velocidad de giro y a momento en el mejor punto.

En una realización energética y económicamente ventajosa adicional de la invención se seleccionan en ambos accionamientos en cada caso la máquina y/o la transmisión de un posible engranaje previo de tal manera que la relación de los momentos en el mejor punto de ambos accionamientos asciende a

$$\left| \frac{M_S}{M_2} \right| = \left| \frac{1}{i_{12} \eta_{12}^{w1}} - 1 \right| \quad (i)$$

Mediante esta medida, se pueden hacer funcionar ambas máquinas en el modo E debido a la distribución de momentos desigual, fija, según la ecuación (b), pero la relación de velocidades de giro arbitraria de ambas máquinas puede operarse al mismo tiempo o en cuanto a la velocidad de giro y al momento, en el mejor punto.

Resulta especialmente ventajoso cumplir energética y económicamente ambas condiciones, es decir instalar accionamientos con la misma velocidad de giro de mejor punto y una relación de los momentos en el mejor punto según el texto de la ecuación. De esta manera pueden hacerse funcionar en ambos modos A y E los accionamientos al mismo tiempo tanto en cuanto a la velocidad de giro, como en cuanto al momento en el mejor punto.

En otros casos puede resultar ventajoso a su vez, desde el punto de vista de la seguridad o desde el punto de vista económico, instalar 2 accionamientos iguales. Además, en el modo A se pueden hacer funcionar entonces ambas

máquinas al mismo tiempo tanto en cuanto a la velocidad de giro como en cuanto al momento, en su mejor punto, mientras que en el modo E se pueden hacer funcionar ambas en cuanto a la velocidad de giro al mismo tiempo, en el mejor punto, pero en cuanto al momento, una de las máquinas tiene que diferir en el factor según el texto de la ecuación de la otra máquina, es decir, al menos una de las máquinas no puede trabajar al mismo tiempo con la otra en su mejor punto de momento. Esto puede significar, en el modo E, ligeras pérdidas de eficiencia. Para ello, en el caso de avería de cualquiera de las dos máquinas está presente además la mitad de la potencia de accionamiento. Además, el esfuerzo de creación y de integración para 2 sistemas de accionamiento iguales es menor.

En el caso de utilizar varias marchas libres tiene que garantizarse que se bloqueen al mismo tiempo, para que el momento de bloqueo se distribuya de la manera más uniforme posible en las marchas libres. Este no siempre es el caso, debido a juegos y rigideces de diferente magnitud en los elementos constructivos implicados. Más bien puede suceder que se bloquee una marcha libre y porte todo el momento, mientras que la o las otras estén todavía sin carga. Para contrarrestar esto, en una realización ventajosa se propone, en el caso de usar varias marchas libres, prever entre cada marcha libre y, en cada caso, al menos un componente de conexión en cada caso un acoplamiento con elasticidad de giro. Este se encarga de una distribución mejorada del momento de bloqueo en las marchas libres, así como también de un cierto amortiguamiento de golpes durante la operación de bloqueo. Del efecto mencionado en segundo lugar puede obtenerse también una ventaja de un acoplamiento con elasticidad de giro en el caso de utilizar sólo una marcha libre.

La invención puede realizarse, por ejemplo, por medio de un engranaje planetario de un escalón, transmisión nominal $i=7$. Este tiene una transmisión estacionaria de $i_{12}=-6$, por tanto puede alcanzarse una extensión de velocidad de giro según la ecuación (g) de $k_D=13$. Se propone como realización a modo de ejemplo, acoplar dos motores MG eléctricos iguales con convertidores de frecuencia regulados, los denominados servomotores, a través de dos escalones (7, 8) de rueda recta iguales a la rueda 2 hueca y el eje S, así como la carga (L), por ejemplo, un carrete, al sol 1. El engranaje planetario se monta de manera giratoria en el bastidor. Cada marcha (6) libre se dispone entre el eje S y las ruedas P satélite, concretamente de tal manera que en el caso de una potencia positiva de la carga (por ejemplo, bajo la fuerza del cable desenrollado desde el carrete) y una potencia negativa de ambos accionamientos (funcionamiento de generador) se bloquea. En esta disposición ambos accionamientos están acoplados cinemáticamente con el mismo valor al engranaje planetario. Sus ejes se encuentran en paralelo y a una distancia en cada caso igual con respecto al eje igualmente paralelo de la carga. Una disposición de este tipo puede integrarse bien en un carrete.

En otra realización se dispone sólo una de las dos máquinas de accionamiento con desplazamiento axial con respecto al engranaje planetario, la segunda se dispone coaxialmente.

En una realización adicional pueden disponerse ambas máquinas coaxialmente con respecto al engranaje planetario, en el que al menos una de las dos máquinas tiene un árbol hueco, a través del cual se guía un árbol hacia la máquina de accionamiento trasera.

Una transmisión de velocidad de giro entre el motor eléctrico y la entrada al engranaje planetario puede preverse en todos los casos.

En todas las realizaciones mencionadas puede disponerse el carrete o bien igualmente de manera coaxial o bien mediante un engranaje de rueda recta o de medio de tracción con desplazamiento axial con respecto al engranaje planetario. Una transmisión de velocidad de giro entre el sol del engranaje planetario y el carrete puede preverse en ambos casos.

Para poder regular alternativamente los momentos o la velocidad de giro del árbol de salida se proponen los siguientes procedimientos. Uno de los accionamientos se denomina, a continuación, maestro, el otro esclavo.

Modo A: Si el sistema se encuentra en el modo A (la marcha libre está bloqueada) y deben regularse los momentos bajo carga, entonces se regulan según la invención los momentos de giro de ambos accionamientos. Esto puede tener lugar por motivos de simplicidad a, en cada caso, la mitad del momento $M_{1teór}$ teórico negativo del árbol de salida. Pero también es posible cualquier otra relación de momentos entre los dos accionamientos dentro de sus curvas características. Si en el modo A debe regularse la carga en cuanto a la velocidad de giro, se regula en cuanto a la velocidad de giro, el accionamiento maestro, en cuanto al momento, el accionamiento esclavo. En ambos casos, en una realización ventajosa, el accionamiento esclavo obtiene como valor teórico en cada instante el valor M_M teórico de momento momentáneo del accionamiento maestro, multiplicado por la relación k_{2S} . Un valor adecuado para k_{2S} es la relación de la capacidad de momento, por ejemplo, de los momentos nominales, del accionamiento esclavo con respecto al accionamiento maestro. En el caso de accionamientos iguales, $k_{2S}=0,5$. En el caso de que en el accionamiento maestro haya una regulación de velocidad de giro o de limitación de velocidad de giro, debe usarse para M_M el valor que se desprende del mismo como variable de referencia para la regulación de momentos. De esta manera se distribuyen los momentos bajo carga tanto en el funcionamiento de regulación de momentos, como en el caso de una regulación de la velocidad de giro que interviene eventualmente del accionamiento maestro según la capacidad de carga de los accionamientos. Con respecto a una especificación de momentos meramente dependiente de la carga (distribución fija del momento bajo carga) para cada uno de los dos accionamientos existe

así la ventaja de que, cuando interviene una posible regulación de la velocidad de giro del accionamiento maestro, el momento del accionamiento esclavo se regula conjuntamente y este puede contribuir así al mantenimiento de la velocidad de giro teórica. El accionamiento esclavo debería tener con este fin una velocidad de giro máxima permitida igual o mayor que la velocidad de giro regulada máxima del accionamiento maestro. Una posible regulación de limitación de velocidad de giro propia del accionamiento esclavo se ajusta a un valor máximo mayor que el del accionamiento maestro. Se propone un límite mayor de tal manera que la regulación de limitación de la velocidad de giro del accionamiento esclavo sólo intervenga en el caso de no funcionar la regulación de limitación de la velocidad de giro del accionamiento maestro o del acoplamiento mecánico de los accionamientos.

10 Modo E: Si el sistema se encuentra en el modo E (la marcha libre está abierta), y deben regularse los momentos bajo carga, entonces, según la invención, o bien el accionamiento A2 forma el accionamiento maestro y se regula al valor

$$M_2 = \frac{M_{1teór}}{-i_{12}\eta_{12}^{w1}} \quad (j)$$

15 o bien el accionamiento AS forma el accionamiento maestro y se regula al valor

$$M_s = \frac{M_{1teór}}{i_{12}\eta_{12}^{w1} - 1} \quad (k)$$

20 El otro accionamiento forma, en cada caso, el accionamiento esclavo y se regula en cuanto a la velocidad de giro.

En ambos casos se propone regular la velocidad de giro del accionamiento esclavo al valor que genera la menor potencia perdida total de ambos accionamientos. En el caso de accionamientos con la misma evolución de la potencia perdida en función de la velocidad de giro, este es la velocidad de giro negativa del accionamiento maestro, de modo que ambos giran igual de rápido en cuanto a magnitud.

Si en el modo E debe regularse la velocidad de giro bajo carga, entonces se propone, según la invención, en lugar de la regulación de momentos mencionada anteriormente en el accionamiento maestro, regular las velocidades de giro de ambos accionamientos. A este respecto, tiene que ser válido:

$$\omega_2 i_{12} + \omega_s (1 - i_{12}) = \omega_{1teór} \quad (l)$$

Resulta ventajoso seleccionar las velocidades de giro de los accionamientos de tal manera que la potencia perdida total de ambos accionamientos se vuelva mínima. En el caso de accionamientos con la misma evolución de la potencia perdida en función de la velocidad de giro este es, en cada caso, el valor

$$|\omega_{teór}| = \frac{\omega_{1teór}}{2i_{12} - 1} \quad (m)$$

para cada accionamiento. El sentido de giro debe seleccionarse positivo para el accionamiento A2 y negativo para el accionamiento AS.

Transición: En la zona de trabajo de velocidad de giro bajo carga en cuanto a valor, de entre 0 y la menor en cuanto a magnitud de las velocidades de giro límite de los accionamientos y un momento bajo carga por encima de 0 y por debajo del valor según la ecuación (f) el sistema puede hacerse funcionar tanto en el modo A como en el modo E. Es posible una transición entre los modos A y E en esta zona parcial III del campo característico (figura 4). Además, la zona III se distribuye en zonas, en las que el funcionamiento cuasi estático con marcha libre bloqueada es energéticamente más favorable, y una zona, en la que el funcionamiento con marcha libre abierta es energéticamente más favorable. La función de límite entre estas zonas parciales puede determinarse a partir de la equiparación de la ecuación de función para la suma de las potencias perdidas de ambos accionamientos en el modo A con la del modo E. Asumiendo que el exponente de la potencia del momento bajo carga, del que depende linealmente el porcentaje dependiente de momentos de la potencia perdida total de los accionamientos, es igual al exponente de la potencia de la velocidad de giro de accionamiento, de la que depende linealmente el porcentaje dependiente de la velocidad de giro de la potencia perdida total de los accionamientos, se obtiene una recta. Así puede partirse de manera simplificada, por ejemplo, en el caso de máquinas eléctricas, de que una parte de las potencias perdidas depende exclusivamente de manera cuadrática del momento, así como otra parte de las potencias perdidas depende exclusivamente de manera cuadrática de la velocidad de giro.

En este caso se obtiene la función de potencias perdidas iguales en los modos A y E como

$$\left| \frac{M_1}{\omega_1} \right| = \sqrt{\frac{C_\omega \left(\frac{1}{(2i_{12} - 1)^2} - 1 \right)}{C_M \left(i_{12} \eta_{12}^{w1} (i_{12} \eta_{12}^{w1} - 1) - k_{2s}^2 + k_{2s} \right)}} \quad (f)$$

5 con el factor C_M de proporcionalidad entre el cuadrado del momento de giro y la potencia perdida y el factor C_ω de proporcionalidad entre el cuadrado de la velocidad de giro y la potencia perdida.

Según la invención se propone llevar a cabo el cambio entre los modos en el paso del punto de trabajo momentáneo a través de esta función.

10 Si deben impedirse saltos de velocidad de giro y de momento drásticos en el punto de transición, se propone diseñar las transiciones con una evolución en forma de rampa. Por ejemplo, la transición del modo A al modo E puede estar compuesta por 2 fases: en la primera fase se descarga la marcha libre en cualquier evolución hasta el punto de transición. En el punto de transición se cambia el accionamiento en cuestión libre de aceleración y libre de salto de momento de la regulación en cuanto al momento a la regulación en cuanto a la velocidad de giro. En la segunda fase se llevan los accionamientos en cualquier evolución hasta los valores de velocidad de giro descritos. La pendiente de las evoluciones puede predeterminarse mediante una aceleración angular admisible máxima o gradientes de momento que pueden permitirse como máximo en los trenes de accionamiento.

20 Las potencias perdidas mayores durante la fase de cambio pueden, cuando se permanece en la zona AE, compensarse con los ahorros, que se obtienen debido al cambio al modo más favorable. Posiblemente no merece la pena un cambio de modo cuando el tiempo de permanencia en el otro modo más favorable es previsiblemente corto.

25 Igualmente puede usarse el esfuerzo de aceleración aumentado de los accionamientos, que puede producirse debido a un cambio más alejado del paso por cero de la velocidad de giro al otro modo, para optimizar adicionalmente el instante de cambio. Sin embargo, en este caso sólo se esperan ahorros diminutos en el caso de accionamientos convencionales con una capacidad de aceleración alta.

30 Con la invención se consigue que los accionamientos del tren de transmisión puedan trabajar en al menos dos puntos de funcionamiento con una eficiencia óptima. La controlabilidad de la vela está garantizada en todo el intervalo de velocidad de giro entre los puntos de funcionamiento. Debido a la suma de potencias, toda la potencia nominal instalada de todos los accionamientos sólo tiene que ser tan grande como la demanda de potencia máxima en los puntos de funcionamiento (por ejemplo, repliegue o despliegue).

Figuras

35 La figura 1 muestra un esquema de Wolf de la invención con un engranaje negativo, el árbol sumatorio es el soporte S de eje.

40 La figura 2 muestra un esquema de Wolf de la invención con un engranaje positivo, el árbol sumatorio es el árbol 2 de engranaje estacionario.

La figura 3 muestra un ejemplo de realización con 2 máquinas MG motrices, acopladas a través de 2 escalones (7, 8) de rueda recta iguales a un engranaje (3) planetario.

45 La figura 4 muestra la curva característica del tren de accionamiento según la invención en 4 cuadrantes a modo de ejemplo para 2 servoaccionamientos sincrónicos y engranaje negativo.

50 La figura 5 muestra la utilización del dispositivo de tren de transmisión según la invención en una instalación de energía eólica volante con vela eólica desplegable y repliegable.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para alcanzar una alta extensión de velocidad de giro con una alta eficiencia en un tren de transmisión de una máquina o instalación accionada, que comprende
- 5
- (i) dos máquinas (A1, A2) motrices que trabajan por medio de motor o generador, que están conectadas entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades (7, 8) de transmisión adecuados o indirectamente con un soporte (S) de eje y uno más lento (2) de dos árboles de engranaje estacionarios de un engranaje (3) planetario, estando acoplada una de las máquinas motrices al soporte (S) de eje, y la otra máquina motriz al que marcha más lento (2) en cuanto a magnitud de los árboles de engranaje estacionarios;
- 10
- (ii) una máquina (L) de trabajo, que está conectada entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades de transmisión o indirectamente con el más rápido (1) de dos árboles de engranaje estacionarios del engranaje (3) planetario, y
- 15
- (iii) los movimientos internos del engranaje (3) planetario están bloqueados mediante uno o varios dispositivos (6) de acoplamiento en un sentido de giro y se permiten en el otro sentido de giro,
- 20
- (a) estando conectados uno o varios de los dispositivos (6, 7, 8) de acoplamiento de manera elástica en cuanto al giro con uno o varios de los elementos de transferencia implicados, o
- (b) siendo las velocidades de giro de los mejores puntos en cuanto a eficiencia de las máquinas motrices instaladas esencialmente iguales o difiriendo como máximo un 10% entre sí, o
- 25
- (c) comportándose los momentos de giro de los mejores puntos en cuanto a eficiencia de las máquinas motrices instaladas entre sí en cuanto a magnitud esencialmente como el valor del recíproco reducido en 1 del producto de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de flujo de potencia del engranaje planetario usado, o difiriendo como máximo no más del 10% de esta relación.
- 30
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el engranaje (3) planetario se forma mediante un engranaje planetario de un escalón o de varios escalones.
- 35
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el al menos un dispositivo (6) de acoplamiento
- (i) se conecta entre los dos árboles (1, 2) de engranaje estacionarios del engranaje planetario, o
- 40
- (ii) se conecta entre el soporte (S) de eje y el árbol (2) de engranaje estacionario más lento del engranaje planetario, o
- (iii) se conecta entre el soporte (S) de eje y el árbol (1) de engranaje estacionario más rápido del engranaje planetario, o
- 45
- (iv) se conecta entre el soporte (S) de eje y una o varias ruedas (P) satélite del engranaje planetario.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 3, caracterizado porque al menos una de las dos máquinas (A1, A2) motrices está conectada funcionalmente con al menos una máquina motriz adicional.
- 50
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 4, caracterizado porque la máquina (L) de trabajo está conectada funcionalmente con al menos una máquina de trabajo adicional.
- 55
6. Procedimiento para regular el momento de giro bajo carga de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 5 en funcionamiento con dispositivo de acoplamiento bloqueado, caracterizado porque se regulan las velocidades de giro de ambas máquinas (A1, A2) motrices, haciéndose funcionar una máquina motriz como dispositivo maestro y la otra máquina motriz como dispositivo esclavo.
- 60
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el momento de giro teórico del bucle de regulación de momento de giro de la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo esclavo se pone en una relación fija con el momento de giro teórico del bucle de regulación de momento de giro, opcionalmente incorporado en un bucle de regulación de velocidad de giro, de la máquina motriz que se hace funcionar como dispositivo maestro.
- 65
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la relación de los momentos de giro teóricos

corresponde al de la capacidad de momento o del momento nominal de las máquinas motrices.

- 5 9. Procedimiento para regular el momento de giro bajo carga de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 5 en funcionamiento con dispositivo de acoplamiento abierto, caracterizado porque el momento de giro
- 10 (a) de la máquina (A1, A2) motriz acoplada al más lento (2) de los árboles de engranaje estacionarios del engranaje planetario se regula al momento teórico bajo carga negativo, dividido entre el producto de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de flujo de potencia, o
- 15 (b) de la máquina motriz acoplada al soporte (S) de eje del engranaje planetario se regula al momento teórico bajo carga, dividido entre el producto reducido en 1 de transmisión estacionaria y eficiencia estacionaria en el sentido de flujo de potencia, así como en cada caso la velocidad de giro de la otra máquina de accionamiento se regula a un determinado valor.
- 20 10. Procedimiento para regular la velocidad de giro bajo carga de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 5 en funcionamiento con dispositivo de acoplamiento abierto, caracterizado porque las velocidades de giro de ambas máquinas (A1, A2) motrices se regulan de tal manera que el producto de la transmisión estacionaria y la velocidad de giro del accionamiento acoplado al más lento (2) de los árboles de engranaje estacionarios del engranaje planetario, reducido en el producto de la transmisión estacionaria reducida en 1 y la velocidad de giro del otro accionamiento, corresponde a la velocidad de giro teórico bajo carga.
- 25 11. Instalación de energía eólica volante, que contiene un dispositivo de tren de transmisión según una de las reivindicaciones 1 - 5.
- 30 12. Instalación de energía eólica volante con vela eólica desplegable y replegable y un dispositivo de tren de transmisión, que comprende:
- 35 (i) dos máquinas (A1, A2) motrices que trabajan por medio de motor o generador, que están conectadas entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades (7, 8) de transmisión adecuados o indirectamente con un soporte (S) de eje y uno más lento (2) de dos árboles de engranaje estacionarios de un engranaje (3) planetario, estando acoplada una de las máquinas motrices al soporte (S) de eje, y la otra máquina motriz al que marcha más lento (2) en cuanto a magnitud de los árboles de engranaje estacionarios;
- 40 (ii) una máquina (L) de trabajo, que está conectada entre sí de manera resistente al giro directamente a través de elementos de acoplamiento, elementos de transferencia y/o unidades de transmisión o indirectamente con el más rápido (1) de dos árboles de engranaje estacionarios del engranaje (3) planetario, y
- 45 (iii) los movimientos internos del engranaje (3) planetario están bloqueados mediante uno o varios dispositivos (6) de acoplamiento en un sentido de giro y se permiten en el otro sentido de giro, formándose el dispositivo (6) de acoplamiento mediante un acoplamiento de marcha libre.
13. Instalación de energía eólica volante según la reivindicación 12, caracterizada porque el engranaje (3) planetario es un engranaje planetario de un escalón o de varios escalones.

Fig. 1

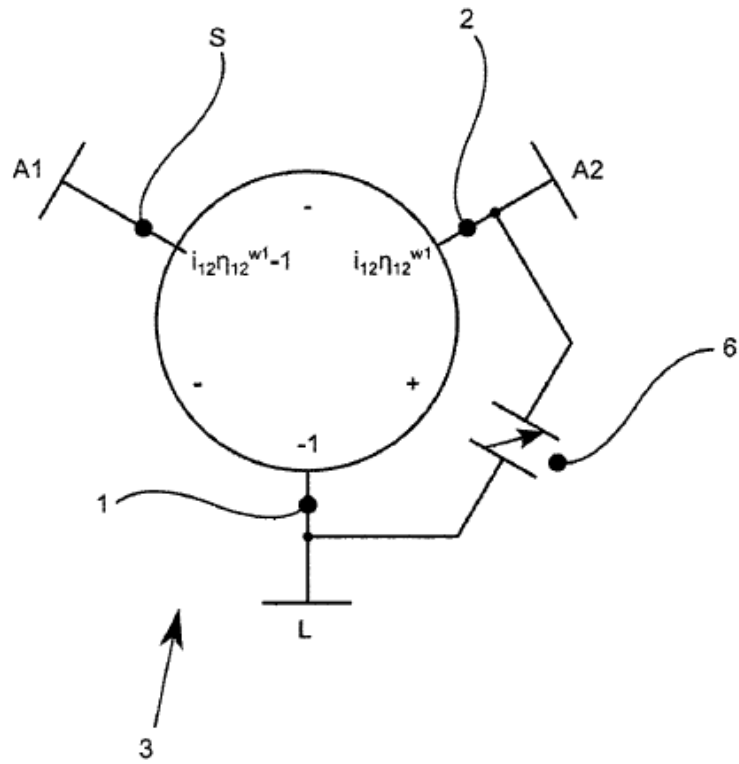


Fig. 2

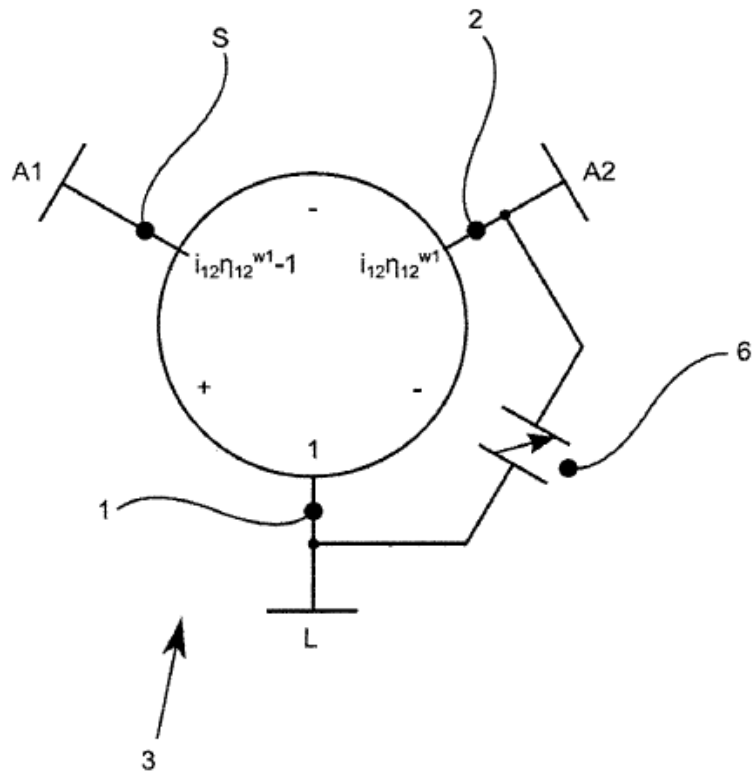


Fig. 3

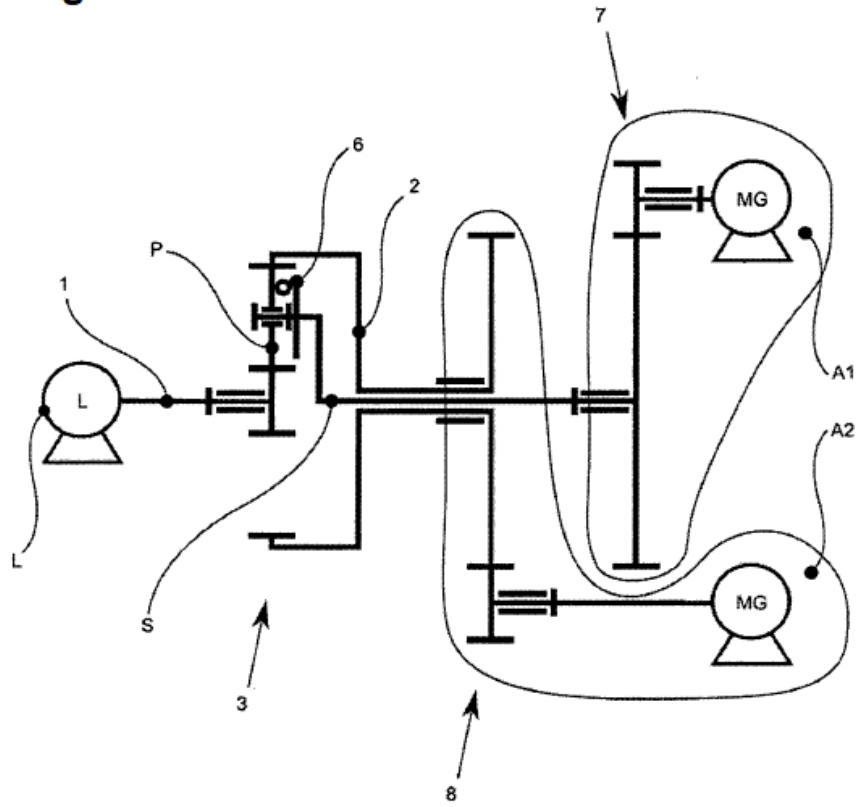


Fig. 4

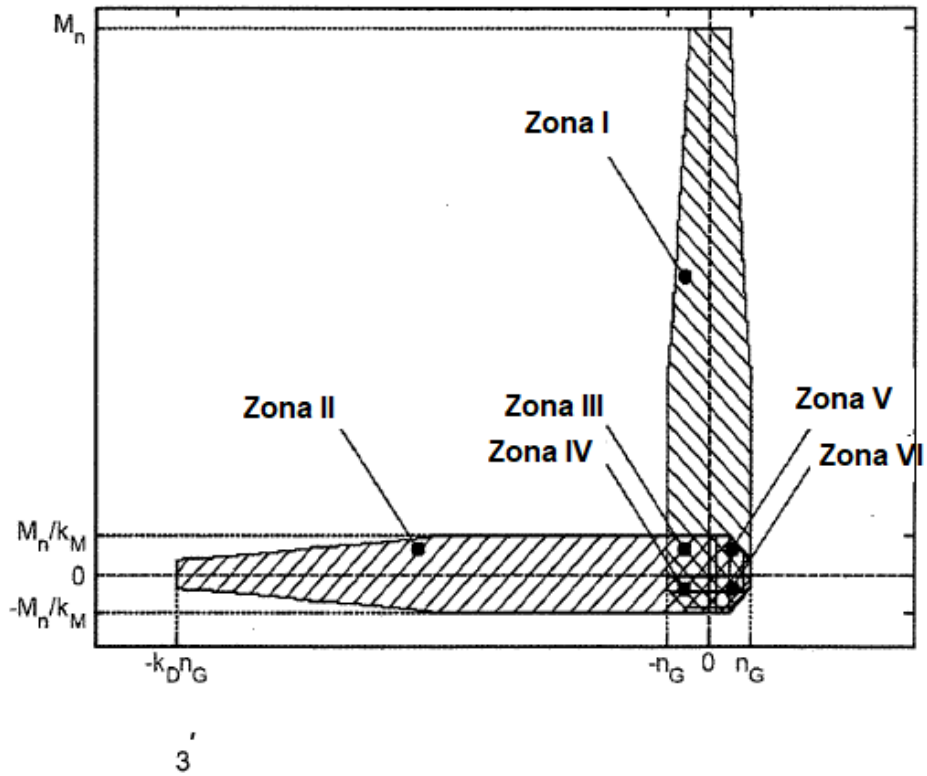
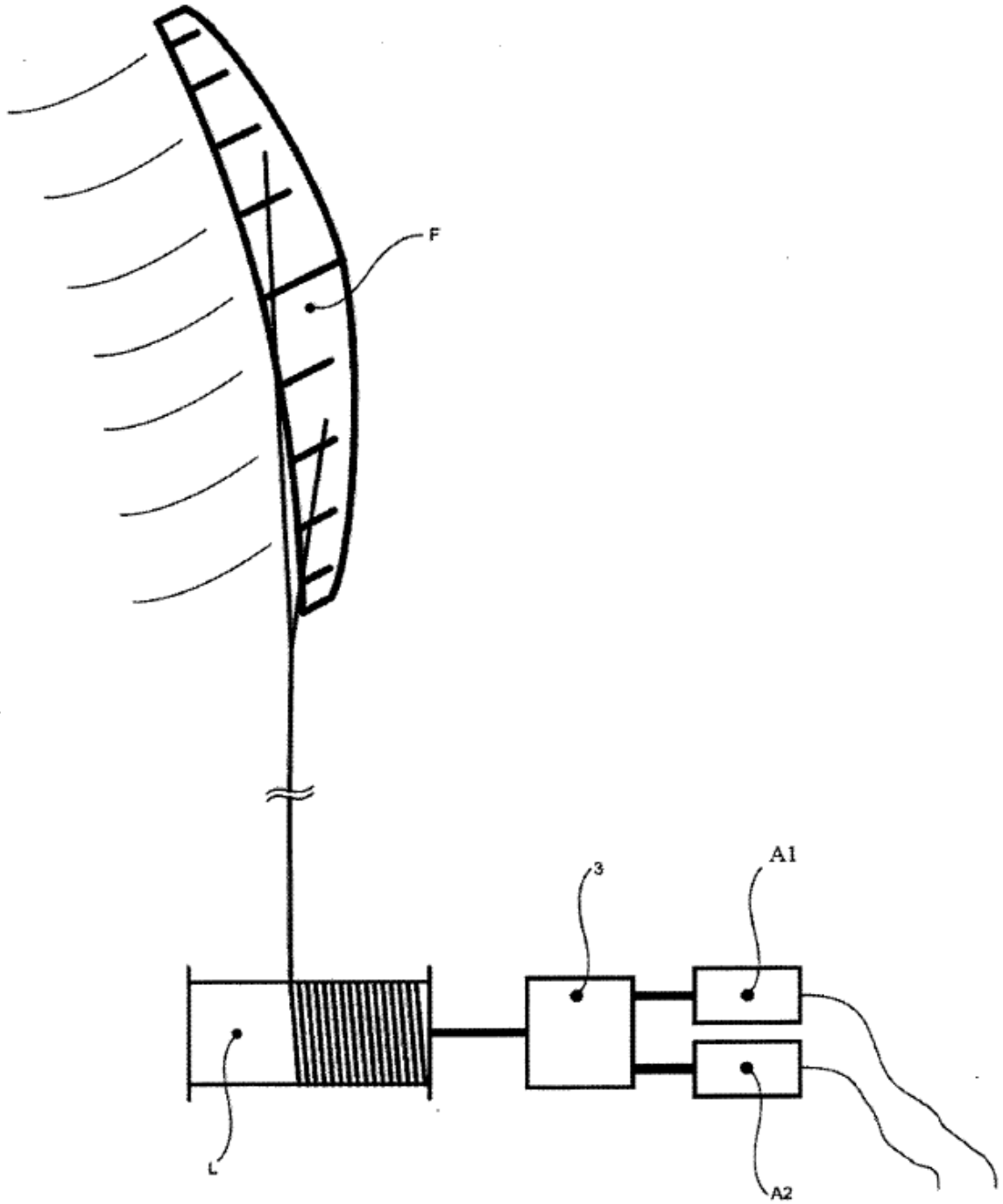


Fig. 5



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- DE 2006001806 [0003]
- CA 2730939 [0003]
- DE 3209368 [0003]
- DE 4319823 [0003]
- DE 19629417 [0003]
- DE 102008047261 [0003]
- JP 2009120105 B [0011]